[3]

環境技術実証事業

山岳トイレ技術分野

山岳トイレし尿処理技術
実証試験結果報告書

２００９年３月

実　　証　　機　　関：財団法人　日本環境整備教育センター

環 境 技 術 開 発 者 ：株式会社オリエント・エコロジー

技 術・製 品 の 名 称　：オゾン併用循環式汚水処理技術

『せせらぎ』オゾン＋（プラス）

（水使用−生物処理−オゾン方式）

目　　次

１. 趣旨と目的 1
２. 実証試験の概要 1
３. 実証試験実施場所 2
　3-1　実施場所の概要 2
　3-2　実施場所の諸条件 3
４. 実証装置の概要 4
　4-1　実証技術の特徴と処理フロー 4
　4-2　実証装置の仕様 8
５. 実証試験方法 10
　5-1　実証試験の実施体制 10
　5-2　役割分担 11
　5-3　実証試験期間 15
　5-4　実証試験項目 15
６. 実証試験結果及び考察 26
　6-1　稼動条件・状況 26
　6-2　維持管理性能 33
　6-3　室内環境 35
　6-4　実証装置の設置における周辺環境への影響 38
　6-5　稼動条件・状況、維持管理性能のまとめ 40
　6-6　処理性能 42
　6-7　処理性能のまとめ 56
　6-8　試験結果の全体的まとめ 58
７. 本装置導入に向けた留意点 60
　7-1　設置条件に関する留意点 60
　7-2　設計、運転・維持管理に関する留意点 61
８. 課題と期待 62

１．趣旨と目的

「環境技術実証モデル事業（現　環境技術実証事業)」は、2003 年度（平成 15 年度）より環境省の新規事業として始まった。本実証試験は、山岳トイレし尿処理技術のうち、既に実用化段階にある先進的な技術について、その環境保全効果を第三者が客観的に実証し、情報公開する事業である。ここでは、山岳トイレし尿処理技術の実証手法・体制の確立を図るとともに、山岳地等の自然地域の環境に資する適正なトイレし尿処理技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展を促すことを目的とする。

本技術のように水洗トイレでありながら、周辺に放流しない非放流タイプの技術は、山岳、山麓地域に限らず、海岸や離島、湖沼等の自然観光地域を中心に普及していくことが期待される。本実証試験の結果を広く情報公開することで、これら技術の普及及び適正な維持管理の徹底につながることが期待される。

２．実証試験の概要

実証試験の概要を表 2-1 に示す。

表 2-1　実証試験概要

項　目	内　容
実証試験期間	2008 年(平成 20 年)9 月 1 日～2008 年(平成 20 年)12 月 8 日
実証試験場所	栃木県日光市細尾町地内　明智平　県営明智平駐車場公衆トイレ
実証機関	財団法人　日本環境整備教育センター 〒130-0024　東京都墨田区菊川 2-23-3 TEL03-3635-4885　FAX03-3635-4886
実証申請者	株式会社オリエント・エコロジー 〒111-0041　東京都台東区元浅草 4-7-19　JMS ビル 3F TEL03-5827-1041　FAX03-5827-1042
実証対象装置 （し尿処理方式）	『せせらぎ』オゾン＋(プラス) （水使用-生物処理-オゾン方式）

３．実証試験実施場所

3-1　実施場所の概要

実証試験を実施する明智平は、第2いろは坂をほぼ上りきった地点にあり、眺望に優れた絶景ポイントとして、行楽客でにぎわう場所である。

明智平からロープウェイで展望台まで上がると、男体山、中禅寺湖、華厳ノ滝、白雲ノ滝、屏風岩等が一望でき、晴れて空気が澄んでいる日は、遠く筑波山や太平洋までも見渡せる。

周辺は日光国立公園の特別地域であり、手つかずの自然が多く残っていて、動植物の宝庫でもある。また、各種のツツジの名所でもあり、5～6月にはピンク、紫、白の花が少しずつ時期をずらしながら咲き乱れる。秋には紅葉が美しく、時季ごとに色の違う景観を楽しめる。

実証対象となるトイレ名称及び所在地、設置主体を以下に示す。

（１）　トイレ名称：県営明智平駐車場公衆トイレ
（２）　所　在　地：栃木県日光市細尾町地内（図 3-1-1）
（３）　設 置 主 体：栃木県

ＪＲ　日光駅

↓

バス（30 分）又は
タクシー（20 分）

↓

県営明智平駐車場公衆トイレ（実証試験地）

図 3-1-1　県営明智平駐車場公衆トイレへのルートと周辺環境

3-2　実施場所の諸条件

以下に明智平周辺の自然・社会条件を示す。

気温は明智平に近い観測所（観測所名：奥日光（北緯 36 度 44.3 分、東経 139 度 30.0 分、標高 1292m））の 2007 年における月ごとの平均気温、最高・最低気温と 1971 年から 2000 年の月ごとの平均気温、最高・最低気温の平均値を示した。

①標　　高：1,270m
②平 均 気 温：6.7℃（1971 年～2000 年の平均）
③平年降水量：2,102mm／年
④平年積雪量：59cm/年
⑤商 用 電 源：有
⑥　水　　：有（湧水）
⑦所　在　地：栃木県日光市細尾町地内（日光国立公園）
⑧利 用 者 数：10 万人

表 3-2-1　明智平周辺の 2007 年における月ごとの降水量、気温

			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
降水量(mm)	合計		60.5	25.0	55.5	108.0	200.0	274.0	341.0	131.0	768.5	192.0	13.5	67.5
	最大	日	42.0	7.5	24.5	23.0	41.5	63.0	124.0	33.5	252.0	92.0	8.0	19.0
		1時間	6.5	2.0	8.5	5.0	10.5	18.0	27.5	23.0	52.5	17.0	2.5	5.0
		10分間	1.5	1.0	2.5	2.0	4.0	11.0	13.0	11.5	13.5	5.0	1.5	1.5
気温(℃)	平均	日平均	−3.1	−2.0	−0.3	3.6	10.1	13.8	16.3	19.6	16.6	9.1	3.7	−0.6
		日最高	0.5	2.6	4.4	8.0	15.4	18.3	19.4	24.4	20.5	12.9	7.6	2.9
		日最低	−7.3	−6.3	−4.8	−0.5	5.1	10.0	13.7	15.7	13.2	5.0	−0.3	−4.4
	最高		5.3	7.9	11.2	18.1	22.0	23.2	25.9	29.2	26.4	18.7	16.2	10.5
	最低		−11.8	−10.5	−9.4	−6.6	0.1	4.6	10.1	12.7	6.1	−0.7	−6.0	−9.8

表 3-2-2　明智平周辺の月ごとの降水量、気温の平均値（1971 年から 2000 年）

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
降水量（mm）	合計	42.2	66.9	104.4	159.6	172.4	233.9	259.7	393.9	355.5	169	109.5	36	2102.9
気温　（℃）	平均	−4.1	−4.2	−1.1	4.9	9.7	13.6	17.4	18.5	14.6	8.9	3.9	−1.1	6.7
	最高	−0.4	−0.4	3.2	9.8	14.7	17.4	21.3	22.4	18.2	13.1	8.1	2.9	10.9
	最低	−8.1	−8.2	−5.4	0	4.7	10	14.1	15.1	11.4	4.8	−0.3	−5.1	2.8

４．実証装置の概要

4-1　実証技術の特徴と処理フロー

（１）実証対象となる処理方式の一般的特徴と技術概要

生物学的処理方式は、微生物等を用いて汚水を浄化し、処理水を循環して洗浄水として再利用する方式である。初期に一定量の水を投入すれば、一定回数は給水せずに使用でき、非放流式であるため、山岳地などの自然地域において汚濁負荷削減効果が期待できる。洗浄方式としては、一般的な水洗トイレと同様に使用ごとに洗浄水を流す水洗式と常時水を流す常流循環式がある。

生物学的処理には好気性処理と嫌気性処理があり、好気性処理は活性汚泥法や生物膜法等、嫌気性処理は消化法や生物膜法等がある。また、固液分離にはスクリーニング、沈殿分離方式、ろ過方式、膜分離方式等がある。後者になるほど処理水は良好となるが、良好な水質を求めるほどコストアップや設備管理に専門性が必要となる。なかには、既存の浄化槽をベースに処理システムを構築し、処理水を循環させているものもある。

嫌気性処理と好気性処理の組み合わせ次第によっては、窒素除去が可能になることや、活性炭やオゾン処理技術を取り入れることで脱臭や脱色効果が得られる。いずれのタイプも汚泥や汚水等の発生物は、使用回数に応じて、部分的に引き抜きをする必要があり、また、洗浄水を循環したり、ばっ気するため等に電力が必要となる。

なお、循環水の性状には留意が必要であるが、循環水の水質を高度化することは設備費、維持管理費の高騰及び維持管理の困難性を招くことが考えられる。そのため、山岳トイレとして用いられる場合には利用者の利便性、快適性等の点を考慮しつつ、トイレにトラブルが発生することなく常に利用できることを優先して設計される場合もある。

（２）実証対象技術の特徴

本装置の処理フローを図 4-1-1 に示した。また、実証試験の対象としたトイレの写真を写真 1～11 に示した。

本装置は、平成 16 年度（2004 年度）の実証対象技術である『せせらぎ』（実証番号　030-0401）の改良技術である。『せせらぎ』が沈殿分離による物理処理と薬剤による臭気除去を目的とした化学処理を合わせた物理化学処理であるのに対し、本装置の技術的特徴は『せせらぎ』の沈殿分離による物理処理に接触材による生物処理を組み合わせて『せせらぎ』を前処理装置として用い、さらにオゾン処理を組み合わせているところにある。沈殿分離・接触酸化等の生物処理により、SS や有機汚濁物質を除去し、この処理水をさらにオゾン処理することで、脱色効果や消毒効果が期待できるため、衛生的で清澄な洗浄水として再利用することができる。

実証対象となる水使用−生物処理−オゾン方式は、汚水を受け入れて汚物を粉砕する受入槽、固体と液体を沈殿分離やスクリーンで分離する前処理槽、接触材とばっ気により接触酸化処理を行う流動接触槽、処理水をオゾン処理するオゾン反応塔、処理水を送水し循環するための送水槽、及び分離した固形物を貯留する貯留槽からなる。オゾン処理を行うことにより、ある一定の利用人数までは、処理水は清澄であり、衛生学的安全性が確保されるが、それを超えた利用人数の増加に伴って洗浄水の劣化が見られる。また、利用者数の増加とともに蓄積した汚泥量の増加、循環水の濁りの増加及び臭気の発生に対し、引き抜き処分が必要となる。すなわち、本装置を運転するためには電

気及び汚泥搬出のための手段が必要である。

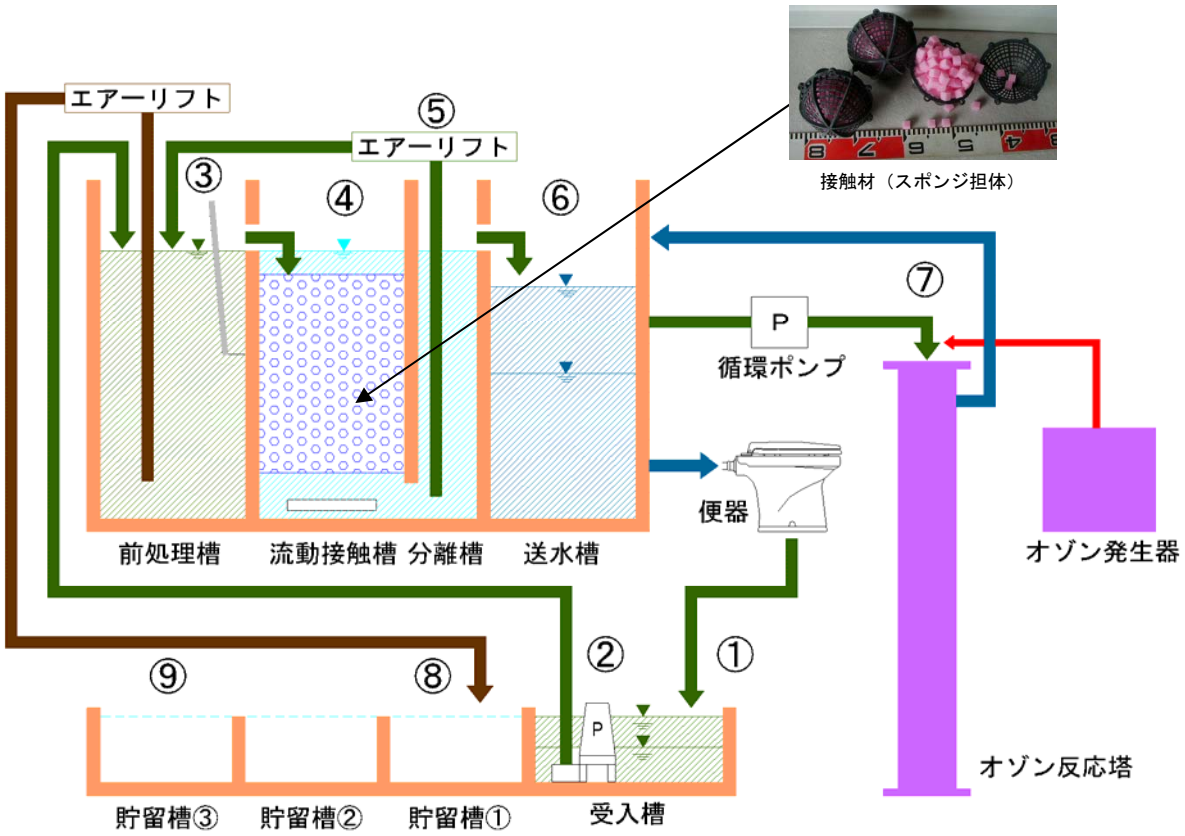


図 4-1-1　し尿処理フロー

①便器内の排泄物は、洗浄水により下部の受入槽（LWL の容量 0.13～HWL の容量 0.78m³）に流れ込む。

②受入槽の汚水は、揚水ポンプにて前処理槽（1.80 m³）へ圧送される。

③前処理槽では、沈殿分離及びばっ気式水中スクリーン（目開き　φ2mm　のパンチング）にて、夾雑物が除去される。処理水は流動接触槽（2.25 m³）へ移流される。

④流動接触槽では、接触材（スポンジ担体）とばっ気により生物処理を行う。処理水は分離槽（0.75m³）へ移流される。

⑤分離槽では、さらに固形分を沈殿分離させ、処理水は送水槽（1.16 m³）へ移流される。固形分はエアーリフトで前処理槽へ移送される。

⑥送水槽では、便器の洗浄水として処理水が貯留され、一部は循環ポンプでオゾン反応塔（0.05 m³）へ送られる。

⑦オゾン反応塔では、オゾンガスにより脱色・殺菌処理し、送水槽に戻す。

⑧前処理槽に沈殿した汚泥は、エアーリフトで貯留槽（HWL の容量 2.99 m³）に移送される。

⑨貯留槽①②③が満水になった時点で、貯留槽の汚水を汲取り処分する。

［実証対象技術の写真］

①装置の外観

写真１　正面　トイレ入口

写真２　裏側　処理室入口

②トイレ内部の状況

写真３　男性用トイレ　小便器

写真４　　多目的トイレ　大便器（洋式）

写真５　女性用トイレ　大便器
子供用小便器

③処理装置の状況

写真 6　受入槽（左）、貯留槽（右）

写真 7　前処理槽

写真 8　流動接触槽

写真 9　分離槽、送水槽

写真 10　オゾン反応塔

写真 11　オゾン発生器　配電盤

4-2　実証装置の仕様

本実証装置の仕様を、表 4-2-1 に示す。

表 4-2-1　実証装置の仕様

企業名		株式会社オリエント・エコロジー
技術名称		オゾン併用循環式汚水処理技術
装置名称		『せせらぎ』オゾン＋（プラス）
し尿処理方式		水使用 - 生物処理 - オゾン方式
型番		
製造企業名		株式会社オリエント・エコロジー
連絡先	住所	〒111-0041 東京都台東区元浅草 4-7-19 JMS ビル 3F
	担当者	寺澤　健志
	連絡先	TEL：03-5827-1041　FAX：03-5827-1042
	E-mail	takeshi-terasawa@toyo-const.co.jp
本体価格（円）		¥9,760,000
設置条件	水	初期水のみで可（6.65m^3）
	電気	必要（100V、27.4kWh/day）
	道路	必要
使用燃料	燃料の種類	不要
	消費量	なし
使用資材	資材の種類	不要
	投入量	なし
温度	適正稼働が可能な気温	-5℃以上（処理水が凍結しない状態であれば適正稼動は可能）
装置タイプ		トイレと処理装置が隣接型
サイズ	隣接型の場合	W1,950 ㎜×L5,460 ㎜×H3,400 ㎜（処理装置のみ）
重量	隣接型の場合	約 1.2t（処理装置のみ）
し尿原単位		0.2Ｌ/回
便器数		男子：小 3、大 1　女子：大 3、子供用小 1　多目的：大 1
処理能力	平常時	200 人回/日（40Ｌ/日）
	利用集中時	1,000 人回/日（200Ｌ/日）
最終処分方法		し尿処理施設へ搬入
保証期間		1 年
償却期間（耐用年数）		15 年
ランニングコスト		87,500 円／月　（電気代、汲取り費用、点検費用）
納入実績		15 ヶ所(『せせらぎ』全体の納入実績 64 ヶ所)
その他（特記事項）		平成 16 年度の実証対象技術である『せせらぎ』の改良技術

主要部品の仕様を表 4-2-2、消費電力を表 4-2-3 に示す。

表 4-2-2　主要部品の仕様

品　名	仕　様
オゾン発生装置	株式会社インパル製　ターボオゾナイザー（PSA内蔵オゾン発生装置） 型式：IPS-080B 定格電圧・消費電力：AC100V・1000W オゾン発生量：8g/h　　温度･湿度：0℃～40℃・80%以下 オゾン吐出量：4L/min　　外観寸法：H700×W500×D500 オゾン吐出圧：0.05MPa　　重量：約60kg
循環ポンプ	エバラ　P121型ステンレス製多段渦巻ポンプ 型式：32P1215.4S 25φ×0.013m3/min×25m×100V400W
揚水ポンプ	ツルミ　汚物用水中ハイスピンポンプ 型式：40PU2.25S 140L/min×4.0m×100V250W
ブロワ	安永　電磁式エアポンプ 型式：LP80HN 80L/min×0.012MPa×100V80W 型式：LW-250 250L/min×0.020MPa×100V305W フジクリーン　電磁式エアポンプ 型式：MAC60N 60L/min×100V47W

表 4-2-3　主要部品の消費電力量等

品　名	仕　様	出力 (W)	効率	入力、消費電力 (W)	運転時間 (h/日)	消費電力量 (Wh/日)
オゾン発生装置	IPS-080B	1,000	1	1,000	(可変)　12	12,000
循環ポンプ	32P1215.4S	400	1	400	(可変)　12	4,800
揚水ポンプ	40PU2.25S	250	1	250	1	250
ブロワ	LP80HN	80	1	80	24	1,920
ブロワ	LW-250	305	1	305	24	7,320
ブロワ	MAC60N	47	1	47	24	1,128
合計		2,082				27,418

５．実証試験方法

試験の体制や調査の方法について、水使用 - 生物処理 - オゾン方式実証試験計画（平成 20 年 8 月）より抜粋し、以下に示した。

5-1　実証試験の実施体制

山岳トイレ技術分野における実証試験実施体制を図 5-1-1 に示す。また、参加組織連絡先を表 5-1-1、技術実証委員会の委員を表 5-1-2 に示す。

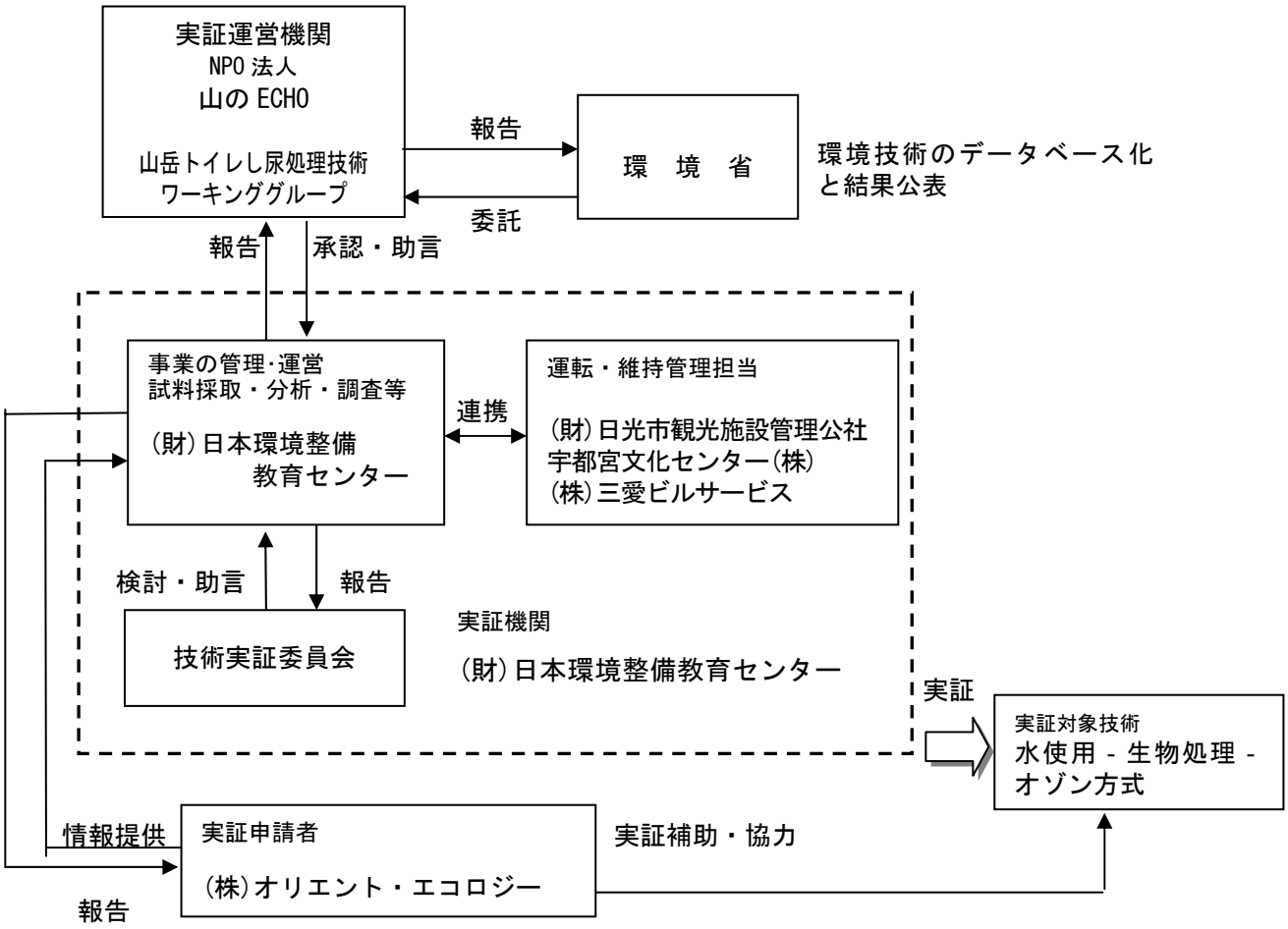


図 5-1-1　実施体制図

表 5-1-1　参加組織連絡先

実証運営機関	特定非営利活動法人　山のECHO
	〒105-0001　東京都港区虎ノ門1-11-7第2文成ビル3F 永原　龍典　TEL03-3580-7179　FAX03-3580-7176 E-mail　nagahara@yama-echo.org
実証機関	財団法人　日本環境整備教育センター
	〒130-0024　東京都墨田区菊川2-23-3 加藤　裕之　TEL03-3635-4885　FAX03-3635-4886 E-mail　katoh@jeces.or.jp
運転・維持管理	財団法人　日光市観光施設管理公社
	〒321-1432　栃木県日光市安川町2-47 TEL0288-54-1631
	宇都宮文化センター株式会社　日光支店
	〒321-1403　栃木県日光市下鉢石町888 TEL0288-53-3723
	株式会社三愛ビルサービス
	〒321-0346　栃木県宇都宮市下荒針町3880-5 TEL028-649-3988
実証申請者	株式会社オリエント・エコロジー
	〒111-0041　東京都台東区元浅草4-7-19　JMSビル3F 寺澤　健志　TEL03-5827-1041　FAX03-5827-1042 E-mail　takeshi-terasawa@toyo-const.co.jp

表 5-1-2　技術実証委員

名　前	所　属
伊与　亨 （委員長）	北里大学医療衛生学部　講師
岡城　孝雄	(財)日本環境整備教育センター　調査・研究グループ　グループリーダー
藤田　高行	日光市役所　日光総合支所　観光商工課　課長
吉田　孝男	特定非営利活動法人　環境資源保全研究会　理事長

（50 音順　敬称略）

5-2　役割分担

本試験実施に関する役割分担（実証試験要領第 5 版に準拠）を以下に示す。

(1)環境省

① 事業全体の運営管理及び実証手法・体制の確立に向けた総合的な検討を行う。

② 環境省総合環境政策局長の委嘱により「環境技術実証事業検討会」を設置する。

③ 実証対象技術分野を選定する。

④ 実証運営機関を選定する。
⑤ 実証機関を承認する。
⑥ 実証試験結果報告書を承認する。
⑦ 実証試験方法の技術開発を行う。
⑧ 実証試験結果等、関連情報をデータベースにより公表する。
⑨ 試験結果報告書を承認後、ロゴマーク及び実証番号を申請者に交付する。

（2）環境技術実証事業検討会(以下、「事業検討会」という。)

① 環境省が行う事務をはじめとして、事業の実施に関する基本的事項について、専門的知見に基づき検討・助言を行う。
② 事業の実施状況、成果について評価を行う。

（3）実証運営機関（NPO法人　山のECHO）

① 山岳トイレし尿処理技術ワーキンググループ(有識者(学識経験者、ユーザー代表等)により構成。原則公開で実施)を設置する。
② 実証試験要領を作成・改訂する。
③ 実証機関を選定する。(予算の範囲内において、複数設置することができる)
④ 実証機関が審査した技術を承認する。
⑤ 実証機関に実証試験を委託する。
⑥ 実証申請者から実証試験にかかる手数料の項目の設定と徴収を行う。
⑦ 必要に応じ、実証機関に対して実証試験計画の内容についての意見を述べる。
⑧ 実証試験結果報告書を環境省に報告し、承認を得る。
⑨ 必要に応じ、実証試験方法の技術開発を、環境省に代わり行うことができる。
⑩ 環境技術実証事業実施要領(第5版)第2部第5章2. の当該技術分野における実証機関の選定の観点に照らし適切と認められた場合に限り、自ら実証機関の機能を兼ねることができる。

（4）山岳トイレし尿処理技術ワーキンググループ(以下、「WG」という。)

① 実証運営機関が行う事務のうち、実証試験要領の作成、実証機関の選定等について、専門的知見に基づき検討・助言を行う。
② 山岳トイレし尿処理技術分野に関する事業の運営及び実証試験結果報告書に関して助言を行う。
③ 当該分野に関する専門的知見に基づき、事業検討会を補佐する。
④ より効果的な制度の構築のため、必要に応じ、ベンダー代表団体等も含めた拡大 WG(ステークホルダー会議)を開催することができる。

（5）実証機関（財団法人　日本環境整備教育センター）

① 環境省及び実証運営機関からの委託・請負により、実証試験を管理・運営する。
② 有識者(学識経験者、ユーザー代表等)で構成する技術実証委員会を設置し、運営する。
③ 実証手数料の詳細額を設定する。

④ 企業等から実証対象となる技術を公募する。
⑤ 技術実証委員会の助言を得つつ、申請技術の実証可能性を審査し、審査結果について、実証運営機関の承認を得る。
⑥ 申請技術の審査結果は、当該技術の申請者に通知する。
⑦ 実証試験要領に基づき、実証申請者と協議を行い、技術実証委員会で検討し、実証試験計画を作成する。
⑧ 実証試験要領及び実証試験計画に基づき、実証試験を実施する。そのための、各種法令申請や土地の確保等の手続きについての業務を行う。
⑨ 実証申請者の作成した「取扱説明書」及び「維持管理要領書」等に基づき、実証装置の維持管理を行う。
⑩ 実証試験の一部を外部機関に委託する際は、外部機関の指導・監督を行う。
⑪ 技術実証委員会での検討を経た上で、実証試験結果報告書を取りまとめ、実証運営機関に報告する。
⑫ 装置の継続調査が必要と判断した場合、実証申請者の責任において調査を継続するよう実証申請者に助言することができる。

（6）技術実証委員会

実証機関が行う「対象技術の公募・審査」、「実証試験計画の作成」、「実証試験の過程で発生した問題の対処」、「実証試験結果報告書の作成」、等について、専門的知見に基づき検討・助言を行う。

（7）実証申請者（株式会社オリエント・エコロジー）

① 実証機関に、実証試験に参加するための申請を行う。
② 実証試験にかかる手数料を実証運営機関に納付する。
③ 既存の試験データがある場合は、実証機関に提出する。
④ 実証試験計画の策定にあたり、実証機関と協議する。
⑤ 実証機関に対し、実証試験計画の内容について承諾した旨の文書を提出する。
⑥ 「専門管理者への維持管理要領書」、「目常管理者への取扱説明書」等を実証機関に提出する。
⑦ 実証試験実施場所に実証装置を設置する。
⑧ 原則として、実証対象装置の運搬、設置、運転及び維持管理、撤去に要する費用を負担する。また薬剤、消耗品、電力等の費用も負担する。
⑨ 既に設置してある装置については、必要に応じて、実証試験に必要な付帯機器・装置を設置する。
⑩ 実証試験計画に基づき、または実証機関の了承を得て、実証試験中に装置の操作や測定における補助を行う。
⑪ 機器の操作、維持管理に関し必要な訓練を受けた技術者を提供する。
⑫ 運転トラブルが発生した際は速やかに実証機関に報告し、実証機関の承認を得て、できれば立ち会いの上で、迅速に対処するとともに、対処状況を実証機関に報告する。
⑬ 実証試験結果報告書の作成において、実証機関の求めに応じて協力する。

（8）日常的な運転・維持管理者（（財）日光市観光施設管理公社、宇都宮文化センター（株）、（株）三愛ビルサービス）

実証試験期間中の運転・維持管理は、実証申請者が作成する「日常管理者への取扱説明書」をもとに原則として実証機関が行う。ただし、既に供用開始している施設では、その施設管理者に、日常的に把握すべき稼動条件・状況や維持管理性能に関するデータ調査協力を依頼することができる。

その場合、実証データの信頼性・中立性を保持するために、施設管理者はトラブル等の異常時を除いて、実証申請者に連絡を取る場合はすべて実証機関を介することとする。

実証機関は、異常が発生した際には速やかに実証申請者に連絡をとり、実証申請者の示した定常運転状態に復帰させるように対処する。不測の事態の際には、実証機関は実証申請者とともに対応する。

（9）専門的な運転・維持管理者（財団法人　日本環境整備教育センター）

実証試験期間中、適正に運転・維持管理するための定期的な保守点検、特殊清掃等の運転・維持管理は、実証申請者が作成する「専門管理者への維持管理要領書」をもとに実証機関が行う。専門的な運転・維持管理は、し尿処理に精通し、これら作業に慣れた組織・担当者が実施することとする。実証機関は必要に応じて、本業務を外部に委託する。

実証申請者は、運転及び維持管理内容について、実際に作業する人と十分打合せを行い、作業方法を指導する必要がある。

5-3　実証試験期間

本実証試験の専門管理、試料採取スケジュールを表 5-3-1 及び図 5-3-1 に示す。

表 5-3-1　専門管理、試料採取スケジュール

平常時①	2008 年(平成 20 年) 9 月 10 日
集中時	2008 年(平成 20 年)11 月 5 日
平常時③	2008 年(平成 20 年)12 月 3 日
汚泥調査	2008 年(平成 20 年)12 月 8 日

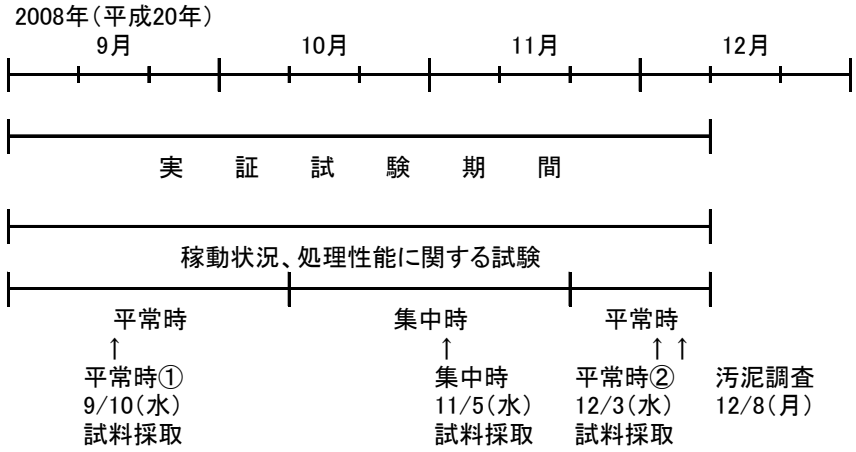


図 5-3-1　専門管理、試料採取スケジュール

5-4　実証試験項目

本実証試験の実証試験項目について、表 5-4-1 に示す。

表 5-4-1　生物処理方式の実証視点

実証視点	参照表	調査者
稼動条件・状況	表 5-4-1-1	(財)日本環境整備教育センター
維持管理性能	表 5-4-2-1	
室内環境	表 5-4-3-1	
周辺環境への影響	表 5-4-4-1	
処理性能	表 5-4-5-1～2	

5-4-1　稼動条件・状況

対象技術となる装置が適正に稼動するための前提条件として想定される項目を表 5-4-1-1 に示す。実証データの算定にあたっては、日常管理者が把握するデータを基礎とする。

表 5-4-1-1　稼動条件・状況の実証に関する項目の測定方法と頻度

分類項目	実証項目	測定方法	頻度	調査者
使用人数	トイレ利用人数	カウンターを設置して測定し、記録	毎日	（財）日本環境整備教育センター
水量	必要初期水量（m^3）	初期水投入段階に記録	開始時	
	増加水量（m^3）	装置全体の水位から計算し、記録	試料採取時	
	引き抜き量（m^3）	引き抜き時に記録	都度	
汚泥	引き抜き量（m^3、kg-dry sludge）	引き抜き時に記録	都度	
電力量	消費電力量（kWh/日）	電力計を設置して測定	毎日	
気温・湿度、水温	汚水処理室の気温・湿度、生物処理装置内の水温	自動計測器を設置して測定	1時間間隔	

（１）使用人数

使用人数は、各トイレブース入口に設けられた利用者カウンター（赤外線方式明暗センサー）で計測し、記録した。利用者カウンターの仕様を表 5-4-1-2、外観を写真 5-4-1-1、設置状況を写真 5-4-1-2 に示した。

表 5-4-1-2　利用者カウンターの仕様

製品名		簡易型通過人数デジタルカウンター
製品呼称		ナンニンダ～
タイプ		センサー 一体タイプ
形式		CN301
サイズ	本体	(幅)100mm X (長さ)170mm X (高さ)63mm (突起部含まず)
	センサー部	センサーは本体に内蔵
重さ		660g(電池含む)
電源		DC6V、単3型アルカリ電池 4本
電池寿命目安		通常使用で約1ヶ月(10時間/日、月30,000カウント程度の使用を想定)
センサー		赤外線方式明暗センサー(感度調節機能付)
被検知体		動きにより明暗が変化する人体及び物体
最大作動範囲目安		センサー受光部前方 0から約5～7m まで
カウンター表示部		数値保持メモリー、リセット機能付デジタル表示
その他表示		電源ON/OFF、動作確認LED付
筐体	本体	アルミ合金鋳物製、焼付塗装仕上 (防水機能はありません)
	センサー部	センサーは本体に内蔵
製品保証		1年間

写真 5-4-1-1　利用者カウンターの外観

［トイレホール］

［女子トイレ］

［男子トイレ］

［多目的トイレ］

（赤丸は利用者カウンターの位置）

写真 5-4-1-2　利用者カウンターの設置状況

（２）気温・湿度、水温

トイレブースの気温・湿度、及び生物処理装置内（接触流動槽）の水温は、自動計測器を設置して１時間間隔で測定・記録した。自動計測器の外観を図 5-4-1-1～5-4-1-2、仕様を表 5-4-1-3～5-4-1-4 に示す。

図 5-4-1-1　温湿度センサーの外観

図 5-4-1-2　温度センサーの外観

表 5-4-1-3　温湿度センサーの仕様

型式	RS-12	
測定要素	温度	湿度
チャンネル数	1ch.	1ch.
内蔵センサ使用時	-10～60℃	-
付属センサ使用時	0～50℃	10～95%RH
オプション温度センサ使用時	-40～110℃	-
内蔵センサ熱時定数	12分	-
測定精度	typ.±0.3℃	±5%RH
（付属センサ）	（0～50℃）	（25℃ 50%RHのとき）
測定表示分解能	0.1℃	1%RH
センサ	サーミスタ	高分子湿度センサ
記録間隔	1・2・5・10・15・20・30秒・1・2・5・10・15・20・30・60分 合計15通りから選択	
記録容量	8000データ×2チャンネル	
記録モード	エンドレスモード、ワンタイムモード	
電源	単3アルカリ電池(LR6) 1本	
電池寿命	約1年	
インターフェイス	USB通信 / シリアル通信(RS-232C)	
通信速度	データ吸い上げ時 データフルで1台約8秒	
本体寸法	H55×W78×D18mm	
本体質量	約62g（単3アルカリ電池　1本を含む）	
本体動作環境	温度：-10～60℃・湿度：90%RH以下（結露しないこと）	

表 5-4-1-4　温度（水温）センサーの仕様

型式	RT-30S
測定要素	温度
チャンネル数	1チャンネル(外部センサ)
測定範囲	-60～155℃
測定精度	typ.±0.3℃(-20～80℃) typ.±0.5℃(-40～20℃/80～110℃) typ.±1.0℃(-60～-40℃/110～155℃)
測定・表示分解能	0.1℃
センサ	サーミスタ(RTH-3010:テフロン樹脂センサ　1本)
記録間隔	1・2・5・10・15・20・30秒・1・2・5・10・15・20・30・60分　合計15通りから選択
記録容量	16000データ×1チャンネル
記録モード	エンドレスモード、ワンタイムモード
電源	リチウム電池(ER3V M) 1本(CR2 使用可能)
電池寿命	最長2年
インターフェイス	RTC-21、RT-21Bとの光通信
本体防水性能	IP64(生活防水)(温度センサのコネクタを差し込んだ状態)
本体寸法	H62×W47×D19mm(突起部除く)
本体質量	約55g(リチウム電池1本含む)
本体動作環境	温度:-40～80℃

5-4-2　維持管理性能

実証申請者が提出する日常管理者用の取扱説明書及び専門管理者用の維持管理要領書に従って運転・管理を行い、管理作業全般について、その実施状況、作業性、作業量等を総括的に判断し、報告書の作成を行うものとする。

維持管理性能に関する実証項目の記録方法と頻度を表 5-4-2-1 に示す。

表 5-4-2-1　維持管理性能に関する実証項目の記録方法と頻度

分類項目	実証項目	測定方法	頻度	調査者
日常管理全般	作業内容、所要人員、所要時間、作業性等	日常管理チェックシートに記録	実施時	(財)日光市観光施設管理公社
専門管理全般		専門管理チェックシートに記録	試料採取時	(財)日本環境整備教育センター
トラブル対応		トラブル対応チェックシートに記録	発生時	(財)日光市観光施設管理公社
汚泥の搬出及び処理・処分		発生汚泥処理・処分チェックシートに記録	汚泥の搬出時	(財)日本環境整備教育センター (作業:宇都宮文化センター(株))
信頼性	読みやすさ、理解のしやすさ、正確性等	マニュアルチェックシートに記録	試験終了時	(財)日本環境整備教育センター (財)日光市観光施設管理公社

5-4-3　室内環境

トイレを使用する利用者にとって、トイレブース内の空間が快適であることを実証する。

室内環境に関する実証項目を表 5-4-3-1 に示す。

表 5-4-3-1　室内環境に関する実証項目

実証項目	方法	頻度	調査者
温度	自動計測器を建屋内の天井付近に設置し、気温を測定・記録	1時間間隔	（財）日本環境整備教育センター
湿度	自動計測器を建屋内の天井付近に設置し、湿度を測定・記録	1時間間隔	
許容範囲	利用者へのアンケート調査により、室内環境に対する快適性・操作性に関する許容範囲を把握。（資料 2）	合計 50 人程度（サンプル数）	

温湿度センサーの外観、仕様は、それぞれ図 5-4-1-1～5-4-1-2、表 5-4-1-3～5-4-1-4 に示した。

「許容範囲」については、トイレ内の臭気、水の濁り、その他気付いた事等に関してのアンケート調査をトイレ利用者へ行い、表 5-4-3-1 に掲げた、室内環境に対する快適性・操作性に関する許容範囲を把握することとした。

5-4-4　実証装置の設置における周辺環境への影響

対象技術は非放流式であるが、設置に伴う土地改変状況等周辺環境に何らかの影響を与える可能性も否定できない。そのため、改修前後について比較検討を行った。また、オゾン処理が付加されているため、処理装置周辺のオゾン（排オゾン）濃度について調査した。

想定される実証項目を表 5-4-4-1 に示す。

表 5-4-4-1　実証装置の設置における周辺環境への影響に関する実証項目

分類項目	実証項目	測定方法	頻度	調査者
土地改変状況	設置面積、地形変更、伐採、土工量等	図面及び現場判断により記録	設置時（1回）	実証機関
排オゾン	汚水処理室内及び汚水処理室排気口のオゾン濃度	検知管による測定	専門管理、試料採取時	実証機関

5-4-5　処理性能

処理性能は、各単位装置が適正に稼動しているかをみる稼動状況、処理が適正に進んでいるかをチェックする処理状況、運転にともない何がどれだけ発生したかをみる発生物状況に分けられる。

（1）試料採取場所

試料採取場所について表 5-4-5-1、処理性能に関する実証項目について表 5-4-5-2 に示す。また、試料採取場所と実証項目の関係を図 5-4-5-1 に示す。これら実証項目により、装置が適正に運転されているか、し尿処理が順調に進んでいるかを把握する。

表 5-4-5-1　試料採取場所

分類項目	試料採取場所
循環水	送水槽
処理工程水	前処理槽、分離槽
汚泥	搬出汚泥

※詳細は図 5-4-5-1 参照

表 5-4-5-2　処理性能に関する実証項目

分類項目	実証項目	調査・分析方法	実施場所
1 単位装置の稼動状況	―	構造・機能説明書、維持管理要領書をもとに確認（専門管理シートに記入）	F
	―	維持管理者へのヒアリングを実施	F
2 処理工程水	増加水量	槽内水位により把握	F
循環水	色相	下水試験方法第 2 編第 2 章第 3 節	F
	臭気	下水試験方法第 2 編第 2 章第 7 節の「臭気の分類と種類の一例」参照	F
	透視度	下水試験方法第 2 編第 2 章第 6 節	F
	水温	試料採取時に計測	F
	pH	JIS K 0102 12	F
	有機性炭素（TOC）	JIS K 0102 22	L
	生物化学的酸素要求量（BOD）	JIS K 0102 21	L
	塩化物イオン（Cl^-）	JIS K 0102 35	L
	浮遊物質（SS）	下水試験方法第 2 編第 2 章第 12 節	L
	大腸菌	MMO-MUG 法	L
	大腸菌群	下水試験方法第 3 編第 3 章第 7 節	L
	全窒素（T－N）	下水試験方法第 3 編第 2 章第 29 節	L
	アンモニア性窒素（NH_4－N）	下水試験方法第 3 編第 2 章第 25 節	L
	亜硝酸性窒素（NO_2－N）	下水試験方法第 3 編第 2 章第 26 節	L
	硝酸性窒素（NO_3－N）	下水試験方法第 3 編第 2 章第 27 節	L
	色度	下水試験方法第 2 編第 2 章第 4 節 2.透過光測定法	L
	溶存酸素（DO）	JIS K 0102 21	F
	電気伝導率（EC）	JIS K 0102 13	F
	溶存オゾン濃度	溶存オゾン計または吸光光度法の簡易測定により測定	F
3 汚泥	色相	下水道試験方法第 2 編第 4 章第 3 節参照	F
	臭気	下水試験方法第 2 編第 4 章第 3 節	F
	汚泥蓄積状況	スカム厚及び堆積汚泥厚測定用具により測定	F
	蒸発残留物（TS）	下水試験方法第 2 編第 4 章第 6 節	L
	強熱減量（VS）	下水試験方法第 2 編第 4 章第 8 節	L
	浮遊物質（SS）	下水試験方法第 2 編第 4 章第 9 節	L
4 その他	排オゾン濃度	検知管による測定	F

※実施場所記載欄の、F（Field）は現地測定、L（Laboratory）は試験室で測定することを表す。

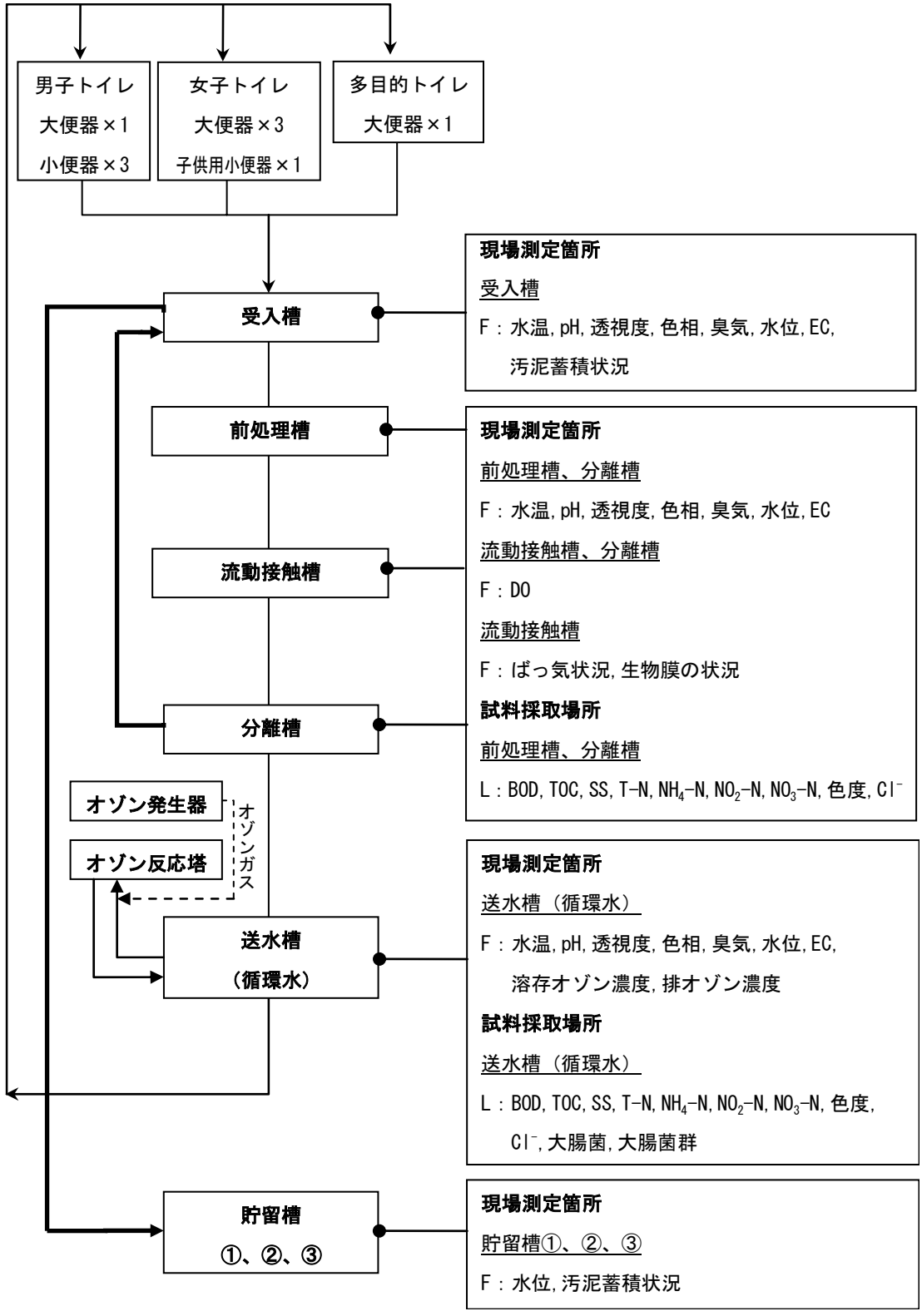


図 5-4-5-1　試料採取場所と実証項目

（２） 試料採取スケジュール及び採取方法

1）試料採取者

試料採取は、環境計量証明事業所である（財）日本環境整備教育センターが担当し、装置の構造・機能を理解した試料採取に関する知識を有する担当者が、試料採取、単位装置の稼動状況調査を行う。

2）試料採取頻度、体制

調査実施時期は、調査期間を集中時と平常時に分類し、以下の 3 つの視点で処理性能を把握する。

視点1：平常時の比較的負荷が高くない場合の処理性能を調査する。

視点2：集中時における負荷が高い場合の処理性能を調査する。

視点3：集中時を終えたあとの処理性能を調査する。

集中時とは試験期間のうちトイレ利用者が多いことが見込まれる 10 月中旬から 11 月中旬を指す。また、平常時とは集中時以外の期間を指す。

調査回数は、基本的には集中時前、集中時、集中時後の計 3 回程度とする。また、処理に伴う発生物の搬出を行う場合は、その時点でも処理性能の調査を行うこととする。（試料採取のスケジュールは、表 5-3 の通り）

3）試料採取方法

試料採取方法は、JIS K 0094 または下水試験方法に沿って行う。

① 液状試料：作動時に有姿状態で採取

（流水状態で採取＝洗浄水フラッシュ時）（必要に応じ 0.5～2L）（細菌試験は滅菌びん）

② 汚泥試料：有姿状態で採取（必要に応じ 50～500g）

4）試料採取用具

① 液状試料：状況に応じひしゃく、スポイト採水器等 （細菌試験は滅菌器具を用いる）

② 汚泥試料：パイプ等の汚泥採取用具等

5）試料の保存方法

保冷容器輸送（保冷剤入り）後、冷暗所（冷蔵庫等）にて保存する。

6）試料採取時の記録事項

試料採取時の記録事項については、JIS K 0094「6.採取時の記録事項」を参考に、以下の項目を記録する。

① 試料の名称及び試料番号

② 採取場所の名称及び採取位置（表層または採取深度等）

③ 採取年月日、時刻

④ 採取者の氏名

⑤ 採取時の試料温度

⑥ その他、採取時の状況、特記事項等

7）処理性能に関する調査の分類

分析の種類は、正常な水の流れや機器設備の稼動状況等を把握する単位装置の稼動状況に関する調査、各単位装置流出水の性状を把握するための処理工程水の水質調査、及び汚泥の蓄積状況等を把握するための汚泥調査とする。これらは、機能の判断のための試料採取時にその場で行う分析と、試験室に持ち帰ったのち行う分析に分かれる。

現地で行う調査は、稼動状況調査として装置の稼動状況や汚泥生成量等を確認するとともに、感応試験、化学分析、機器測定により必要な項目を現地で表 5-9-1-2 に従って測定する。試験室で行う分析項目は、その他の機器分析、化学分析等とする。

６．実証試験結果及び考察

6-1　稼動条件・状況

実証試験における、本装置の運転状況についてを表 6-1-1 に示す。

表 6-1-1　稼動状況

日時	作業内容等
8/25	調査準備、事前調査 温湿度センサー設置（トイレブース、処理装置） 温度センサー設置
9/1	実証試験開始
9/10　14:00～16:00	平常時①現場調査 オゾン設定を 20：00～8：00 稼働、8g/h に増加
9/11	大腸菌用試料採取
10/10	利用者カウンター設置
10/11	汚泥・余剰水の引抜き2,808L
10/17	汚泥・余剰水の引抜き3,600L
10/24	汚泥・余剰水の引抜き3,600L
10/31	汚泥・余剰水の引抜き3,636L
11/5　7:40～9:30	集中時現場調査
11/13	アンケート設置
11/7	汚泥・余剰水の引抜き2,340L
11/14	汚泥・余剰水の引抜き1,512L
12/3	平常時②現場調査
12/4	大腸菌用試料採取
12/8	実証試験終了、全槽引抜き 7,200L、汚泥調査、閉鎖

6-1-1　外気温

実証試験期間における明智平に近い観測所（観測所名：奥日光（北緯 36 度 44.3 分、東経 139 度 30.0 分、標高 1292m））の月ごとの降水量、気温、湿度を表 6-1-1-1 に、気温の日平均、日最高、日最低の変化を図 6-1-1-1、平均湿度、最小湿度の変化を図 6-1-1-2 に示す。なお、データは気象庁ホームページ気象統計情報（http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html）から引用した。なお、12 月のデータは 31 日までのデータである。

実証試験期間中の最高気温は、9/5 の 24.1℃、最低気温は、12/7 の-6.6℃であった。

表 3-2-1～表 3-2-2 に 2007 年における月ごとの平均気温、最高・最低気温、及び 1971 年から 2000 年の月ごとの平均気温、最高・最低気温の平均値を示したが、平均気温で比較すると、2008 年 10 月と 12 月の平均気温は 2007 年及び 1971 年から 2000 年の平均値より高く、他の月は 2007 年及び

1971 年から 2000 年の平均値とほぼ同様であった。

本実証装置は建屋内に設置され、後述する槽内水温の測定結果で槽内水の凍結がなかったと考えられることから、外気温が低下しても槽内水が凍結しなければ装置の稼働上は問題ないと考えられる。

湿度については、平均値で 73～86%で推移し、気温の低下とともに湿度も低下する傾向を示した。

表 6-1-1-1　外気温（観測所名：奥日光）

	降水量(mm)		気温(℃)					湿度(%)	
	合計	最大日	平均 日平均	平均 日最高	平均 日最低	最高	最低	平均	最小
2008/9	167.5	57.0	15.1	19.4	11.6	24.1	2.9	86	29
2008/10	142.0	35.0	9.5	13.8	5.3	17.3	-1.5	82	29
2008/11	77.0	26.5	3.4	7.4	-0.5	17.4	-5.0	73	17
2008/12	69.5	27.0	0.1	4.2	-4.0	11.3	-10.1	73	19

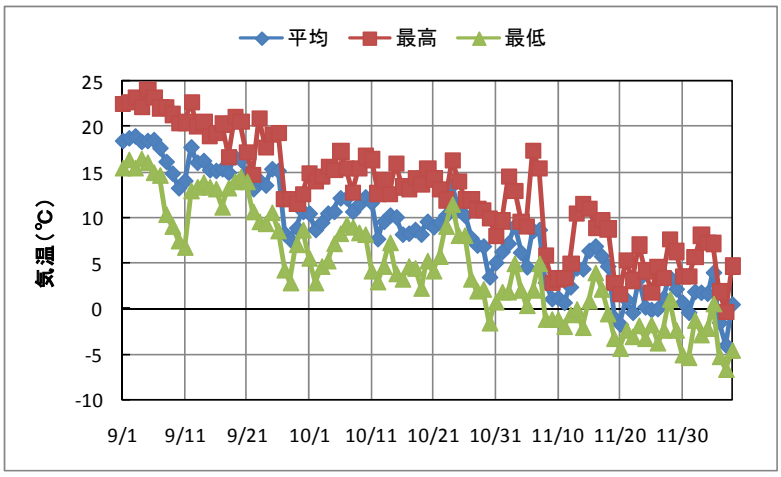


図 6-1-1-1　日平均気温、日最高気温、日最低気温の変化

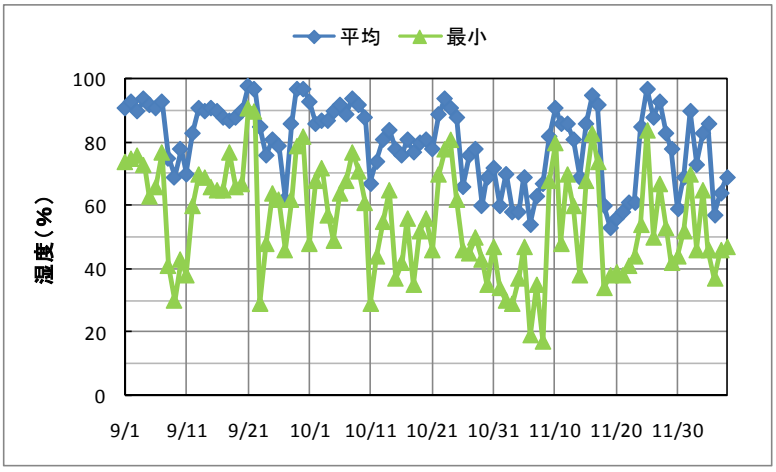


図 6-1-1-2　平均湿度、最小湿度の変化

6-1-2　消費電力量

実証試験期間中の 10 月 11 日から 12 月 8 日までの施設全体の消費電力量について、表 6-1-2-1、1 日当たりの電力量の変化を図 6-1-2-1 に示す。

表 6-1-2-1　消費電力量

期間	日数（日）	電力量（kWh）	1日当たりの電力量（kWh）
10/11 ～ 10/17	7	257.3	36.8
10/18 ～ 10/24	7	213.3	30.5
10/25 ～ 10/31	7	227.8	32.5
11/1 ～ 11/7	7	267.8	38.3
11/8 ～ 11/14	7	193.1	27.6
11/15 ～ 11/21	7	272.4	38.9
11/22 ～ 11/28	7	209.7	30.0
11/29 ～ 12/3	5	110.1	22.0
12/4 ～ 12/8	5	134.2	26.8
計	59	1885.7	平均値　31.5

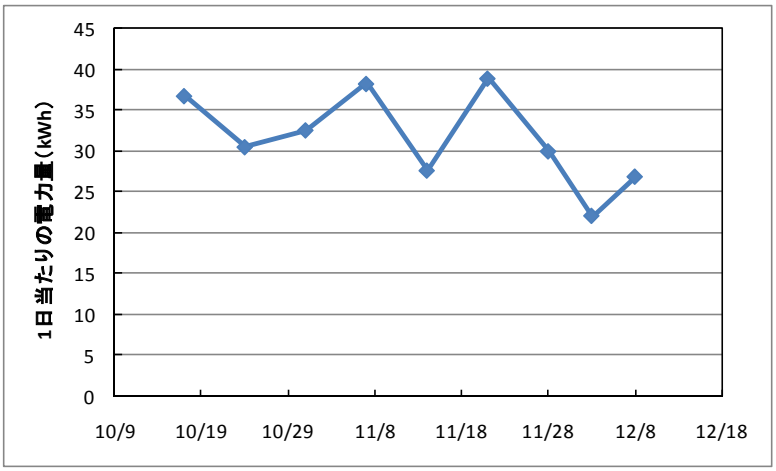


図 6-1-2-1　1 日当たりの電力量の変化

10 月 11 日から 12 月 8 日までの消費電力量の合計は 1,885.7kWh、1 日当たりの電力量の平均値は 31.5kWh であった。

1 日当たりの電力量の変化をみると、ばらつきはあるが経日的に減少傾向が認められた。

6-1-3　使用人数

（１）計測値の補正

本実証試験を実施した公衆トイレの利用者数は、5-4-1 の（１）に示したように赤外線方式明暗センサーの利用者カウンターを設置し計測したが、公衆トイレ横の国道を通る自動車等の影に反応する状況が認められ、計測値には誤差があることが考えられた。

そこで、計測値に以下に示す補正を行った。

①表 6-1-3-1 に示すように各トイレの便器ごとに 1 回当たりの使用時間を設定し、12 時間当たりの利用者数から 1 日当たりの利用者数の上限値を設定した。

表 6-1-3-1　1 日当たりの利用者数の上限値の設定

	便器の種類	1回当たりの使用時間（分/回）	便器の穴数（個）	12時間当たりの利用者数（人）		1日当たりの利用者数の上限値（人）
男子	小	0.5	3	4,320	4,464	5,500
	大	5	1	144		
女子	大	1	3	2,160	2,160	3,000
多目的	大	2	1	360	360	400

②①の上限値を勘案しながら、1 日の各トイレの利用者数の計測値を一定割合で減じた。男子及び女子は計測値に 0.7～1 を乗じ、多目的は計測値に 0.1～0.3 を乗じた。割合は、休日、祝祭日、曜日、日照時間、余剰水（汚泥）の引抜量等を考慮し、余剰水（汚泥）の引抜間隔ごとに決定した。

③引抜間隔で一律に補正できない場合は、日ごとに補正した。

④多目的トイレの利用者数は、過去の他の実証試験の実績から、全体数の 1 割以下であると考えられるので、③までで求めた補正値で各トイレの利用者数の比率を求め、補正した。

各トイレの利用者数の計測値及び補正値、計測値及び補正値の各トイレの比率、各トイレの補正値／計測値の比を表 6-1-3-2、1 日ごとの利用者数の合計の補正値と計測値を図 6-1-3-1 に示した。

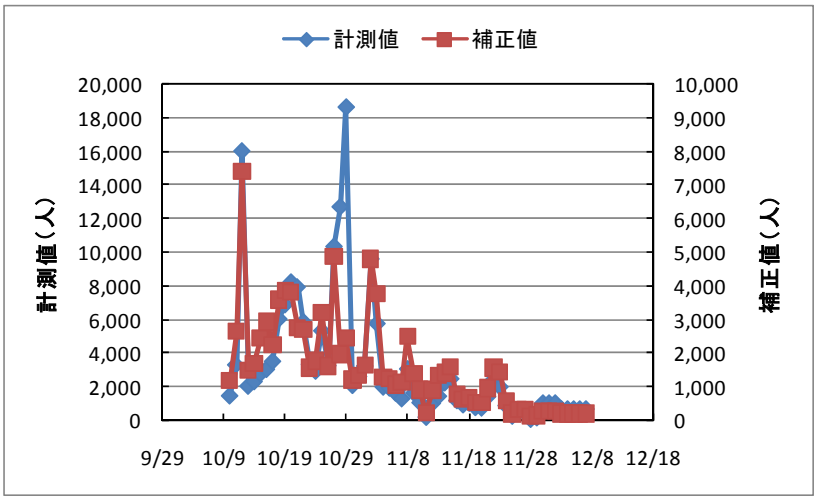


図 6-1-3-1　1 日ごとの利用者数の合計の補正値と計測値

表 6-1-3-2　計測値、補正値、及び各トイレ利用者の比率等

	補正値				計測値				計測値の比率			補正値の比率			補正値/計測値			
	女子	男子	多目的	計	女子	男子	多目的	計	女子	男子	多目的	女子	男子	多目的	女子	男子	多目的	計
08/10/10 金	276	804	89	1,168	276	804	443	1,522	0.181	0.528	0.291	0.236	0.688	0.076	1.000	1.000	0.200	0.767
08/10/11 土	1,856	600	180	2,635	1,856	600	899	3,354	0.553	0.179	0.268	0.704	0.228	0.068	1.000	1.000	0.200	0.786
08/10/12 日	4,373	1,949	1,070	7,391	8,745	1,949	5,349	16,042	0.545	0.121	0.333	0.592	0.264	0.145	0.500	1.000	0.200	0.461
08/10/13 月	762	587	150	1,498	762	587	749	2,098	0.363	0.280	0.357	0.508	0.392	0.100	1.000	1.000	0.200	0.714
08/10/14 火	859	645	173	1,676	859	645	865	2,368	0.363	0.272	0.365	0.512	0.385	0.103	1.000	1.000	0.200	0.708
08/10/15 水	1,198	1,156	97	2,451	1,198	1,156	485	2,839	0.422	0.407	0.171	0.489	0.472	0.040	1.000	1.000	0.200	0.863
08/10/16 木	1,723	1,156	42	2,921	1,723	1,156	212	3,091	0.557	0.374	0.069	0.590	0.396	0.015	1.000	1.000	0.200	0.945
08/10/17 金	988	1,199	44	2,231	1,412	1,714	439	3,564	0.396	0.481	0.123	0.443	0.538	0.020	0.700	0.700	0.100	0.626
08/10/18 土	1,787	1,694	111	3,591	2,553	2,420	1,107	6,079	0.420	0.398	0.182	0.498	0.472	0.031	0.700	0.700	0.100	0.591
08/10/19 日	1,908	1,775	167	3,849	2,726	2,536	1,667	6,928	0.393	0.366	0.241	0.496	0.461	0.043	0.700	0.700	0.100	0.556
08/10/20 月	1,366	2,108	330	3,804	1,951	3,012	3,301	8,263	0.236	0.364	0.399	0.359	0.554	0.087	0.700	0.700	0.100	0.460
08/10/21 火	1,572	693	474	2,738	2,246	990	4,738	7,973	0.282	0.124	0.594	0.574	0.253	0.173	0.700	0.700	0.100	0.343
08/10/22 水	1,154	1,312	238	2,704	1,649	1,874	2,383	5,906	0.279	0.317	0.403	0.427	0.485	0.088	0.700	0.700	0.100	0.458
08/10/23 木	589	841	134	1,564	841	1,202	1,341	3,383	0.249	0.355	0.396	0.376	0.538	0.086	0.700	0.700	0.100	0.462
08/10/24 金	741	891	131	1,763	1,059	1,273	656	2,987	0.354	0.426	0.220	0.420	0.505	0.074	0.700	0.700	0.200	0.590
08/10/25 土	1,234	1,729	229	3,192	1,764	2,470	1,146	5,379	0.328	0.459	0.213	0.387	0.542	0.072	0.700	0.700	0.200	0.594
08/10/26 日	576	746	284	1,606	824	1,065	1,421	3,310	0.249	0.322	0.429	0.359	0.464	0.177	0.700	0.700	0.200	0.485
08/10/27 月	2,226	2,247	399	4,872	3,180	3,210	3,989	10,378	0.306	0.309	0.384	0.457	0.461	0.082	0.700	0.700	0.100	0.469
08/10/28 火	658	1,046	266	1,970	940	10,463	1,330	12,732	0.074	0.822	0.104	0.334	0.531	0.135	0.700	0.100	0.200	0.155
08/10/29 水	571	1,701	165	2,437	816	17,006	826	18,648	0.044	0.912	0.044	0.234	0.698	0.068	0.700	0.100	0.200	0.131
08/10/30 木	486	594	120	1,200	695	849	599	2,143	0.324	0.396	0.280	0.405	0.495	0.100	0.700	0.700	0.200	0.560
08/10/31 金	541	719	86	1,346	773	1,028	861	2,661	0.290	0.386	0.323	0.402	0.534	0.064	0.700	0.700	0.100	0.506
08/11/1 土	843	692	109	1,644	1,204	989	1,093	3,285	0.367	0.301	0.333	0.513	0.421	0.066	0.700	0.700	0.100	0.500
08/11/2 日	2,774	1,696	325	4,796	3,963	2,423	3,255	9,641	0.411	0.251	0.338	0.578	0.354	0.068	0.700	0.700	0.100	0.497
08/11/3 月	1,395	2,119	236	3,750	1,993	3,027	788	5,807	0.343	0.521	0.136	0.372	0.565	0.063	0.700	0.700	0.300	0.646
08/11/4 火	275	905	108	1,288	394	1,293	360	2,046	0.192	0.632	0.176	0.214	0.702	0.084	0.700	0.700	0.300	0.630
08/11/5 水	533	604	109	1,246	762	863	363	1,988	0.383	0.434	0.183	0.428	0.485	0.087	0.700	0.700	0.300	0.627
08/11/6 木	502	452	100	1,053	717	645	333	1,695	0.423	0.381	0.196	0.477	0.429	0.095	0.700	0.700	0.300	0.622
08/11/7 金	457	600	87	1,144	457	600	292	1,348	0.339	0.445	0.216	0.399	0.524	0.076	1.000	1.000	0.300	0.849
08/11/8 土	1,224	1,004	266	2,494	1,224	1,004	888	3,116	0.393	0.322	0.285	0.491	0.403	0.107	1.000	1.000	0.300	0.800
08/11/9 日	655	621	124	1,399	655	621	412	1,688	0.388	0.368	0.244	0.468	0.444	0.088	1.000	1.000	0.300	0.829
08/11/10 月	461	352	91	904	461	352	304	1,117	0.413	0.315	0.272	0.510	0.389	0.101	1.000	1.000	0.300	0.810
08/11/11 火	89	103	19	210	89	103	63	254	0.348	0.406	0.246	0.421	0.490	0.089	1.000	1.000	0.300	0.828
08/11/12 水	452	372	77	901	452	372	255	1,079	0.419	0.345	0.236	0.502	0.413	0.085	1.000	1.000	0.300	0.835
08/11/13 木	591	689	65	1,345	591	689	217	1,497	0.395	0.460	0.145	0.439	0.512	0.048	1.000	1.000	0.300	0.899
08/11/14 金	615	647	148	1,409	878	924	492	2,294	0.383	0.403	0.214	0.436	0.459	0.105	0.700	0.700	0.300	0.614
08/11/15 土	681	780	134	1,595	973	1,115	446	2,533	0.384	0.440	0.176	0.427	0.489	0.084	0.700	0.700	0.300	0.630
08/11/16 日	331	369	72	772	473	528	239	1,240	0.382	0.426	0.193	0.429	0.478	0.093	0.700	0.700	0.300	0.623
08/11/17 月	271	307	50	629	388	439	168	994	0.390	0.442	0.169	0.431	0.489	0.080	0.700	0.700	0.300	0.633
08/11/18 火	254	379	54	687	363	542	182	1,086	0.334	0.499	0.167	0.369	0.552	0.079	0.700	0.700	0.300	0.633
08/11/19 水	226	264	40	531	324	378	134	835	0.387	0.452	0.160	0.427	0.498	0.076	0.700	0.700	0.300	0.636
08/11/20 木	302	179	34	515	431	256	114	801	0.538	0.319	0.142	0.586	0.347	0.066	0.700	0.700	0.300	0.643
08/11/21 金	524	370	56	951	749	529	188	1,466	0.511	0.361	0.128	0.552	0.389	0.059	0.700	0.700	0.300	0.649
08/11/22 土	602	823	137	1,561	860	1,175	457	2,492	0.345	0.472	0.183	0.386	0.527	0.088	0.700	0.700	0.300	0.627
08/11/23 日	629	784	10	1,423	899	1,120	34	2,052	0.438	0.546	0.016	0.442	0.551	0.007	0.700	0.700	0.300	0.693
08/11/24 月	232	283	61	576	332	405	204	940	0.353	0.430	0.217	0.403	0.491	0.106	0.700	0.700	0.300	0.613
08/11/25 火	102	85	15	203	146	122	50	318	0.459	0.384	0.157	0.504	0.422	0.074	0.700	0.700	0.300	0.637
08/11/26 水	149	146	35	330	213	209	118	539	0.395	0.387	0.218	0.451	0.442	0.107	0.700	0.700	0.300	0.613
08/11/27 木	161	143	33	337	230	204	111	544	0.422	0.375	0.203	0.477	0.424	0.098	0.700	0.700	0.300	0.619
08/11/28 金	37	70	23	130	53	0	77	130	0.408	0.000	0.592	0.285	0.538	0.177	0.700	—	0.300	1.002
08/11/29 土	52	76	13	141	75	109	43	227	0.329	0.481	0.190	0.369	0.540	0.091	0.700	0.700	0.300	0.624
08/11/30 日	89	163	25	277	295	543	254	1,092	0.270	0.497	0.233	0.320	0.588	0.092	0.300	0.300	0.100	0.254
08/12/1 月	89	163	25	277	295	543	254	1,092	0.270	0.497	0.233	0.320	0.588	0.092	0.300	0.300	0.100	0.254
08/12/2 火	89	163	25	277	295	543	254	1,092	0.270	0.497	0.233	0.320	0.588	0.092	0.300	0.300	0.100	0.254
08/12/3 水	96	83	14	192	319	278	136	733	0.435	0.379	0.186	0.498	0.432	0.071	0.300	0.298	0.100	0.262
08/12/4 木	96	83	14	192	319	278	136	733	0.435	0.379	0.186	0.498	0.432	0.071	0.300	0.298	0.100	0.262
08/12/5 金	96	83	14	192	319	278	136	733	0.435	0.379	0.186	0.498	0.432	0.071	0.300	0.298	0.100	0.262
08/12/6 土	96	83	14	192	319	278	136	733	0.435	0.379	0.186	0.498	0.432	0.071	0.300	0.298	0.100	0.262
08/12/7 日	96	83	14	192	319	278	136	733	0.435	0.379	0.186	0.498	0.432	0.071	0.300	0.298	0.100	0.262
計	43,604	43,006	7,755	94,365	61,665	82,051	47,916	191,632	0.322	0.428	0.250	0.462	0.456	0.082	0.707	0.524	0.162	0.492

（２）利用者数

実証試験期間中の10月10日～12月7日の利用者数及び累積利用者数の変化を図6-1-3-2に示す。

この期間の利用者数の合計は約94,000人、1日当たりの平均使用人数は1,600人であった。本装置の設計処理能力は利用集中時で1,000人/日であるが、1日当たりの平均利用人数は集中時の設計処理能力を超えていた。

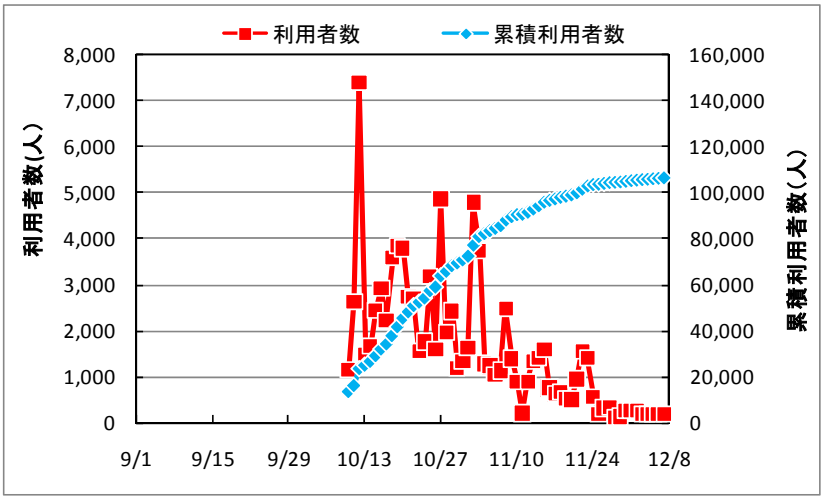


図 6-1-3-2　1日ごとの利用者数の推移と累積利用者数

余剰水（汚泥）の引抜量から推定した実証期間中の利用者数について、以下に示す。

実証試験期間中の余剰水（汚泥）の引抜日、引抜量、利用者数の補正値について、表6-1-3-3に示した。

表 6-1-3-3　実証期間中の利用者数の推定

引抜日	期間	引抜量（m^3）	利用者数補正値（人）	1人当たり引抜量（mL）
10/17	10/11 ～ 10/16	3.60	18,573	194
10/24	10/17 ～ 10/23	3.60	20,482	176
10/31	10/24 ～ 10/30	3.64	17,040	213
11/7	10/31 ～ 11/6	2.34	15,124	155
11/14	11/7 ～ 11/13	1.51	8,397	180
12/8	11/14 ～ 12/7	1.06	13,582	78
計	10/11 ～ 12/7	15.75	93,198	169

10月11日～12月7日の引抜量の合計は15.75m^3、利用者数の補正値の合計は約93,000人であり、1人当たりの引抜量は169mLであった。

10月11日の引抜量は2.81m^3であるが、これは8月20日～10月10日に蓄積されたものであり、この期間の1人当たりの引抜量を10月11日～12月7日の1人当たりの引抜量169mLとして、引抜量2.81m^3から利用者数を算出すると、約17,000人となる。10月10日の利用者数の補正値は約1,200人であるからこれを差し引き、8月20～10月9日までの日数51日で割ると1日当たり約310人の利用者数となる。

9月1日～10月9日の1日当たりの利用者数も約310人と仮定し、310人にこの期間の日数39日を乗じて利用者数を求めると約12,000人となり、10月10日～12月7日までの利用者数94,000

人を合わせて、実証期間中の利用者数は約 106,000 人と算出した。

平常時及び集中時の利用者数を表 6-1-3-4 に示す。

平常時①、平常時②の 1 日当たりの平均利用者数はそれぞれ 330 人/日、440 人/日で、平常時の 1 日当たりの平均利用者数は 360 人/日であり、平常時の設計処理能力の約 2 倍であった。利用集中時の 10 月 11 日～11 月 20 日の利用者数は約 86,000 人、この期間の 1 日当たりの平均利用者数は 2,100 人/日で、集中時の設計処理能力の約 2 倍であった。

表 6-1-3-4　平常時、集中時の利用者数

	期間	日数（日）	利用者数（人）	1日当たりの利用者数（人/日）
平常時①	9/1～10/10	40	13,210	330
集中時	10/11～11/20	41	85,753	2,092
平常時②	11/21～12/7	17	7,445	438
計	9/1～12/7	98	106,408	1,086

最高使用人数は、平常時 1,600 人/日、集中時 7,400 人/日を示し、設計処理能力の 8 倍近い負荷がかかっていた。

6-1-4　水温

流動接触槽の水温の変化を図 6-1-4-1 に示す。

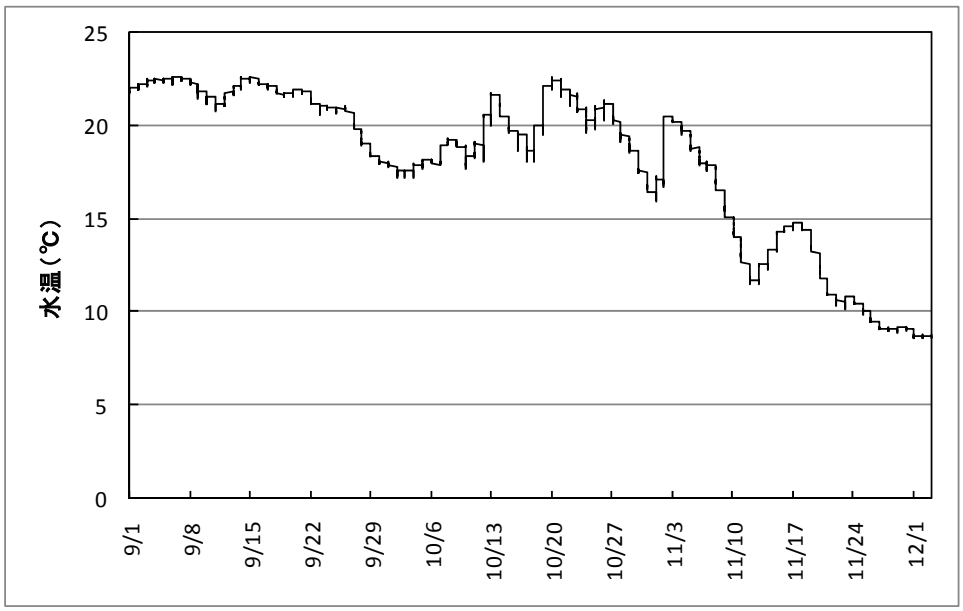


図 6-1-4-1　各水温の変化

本実証試験期間中の最高水温は 22.6℃、最低水温は 8.6℃であった。

6-2　維持管理性能

6-2-1　日常維持管理

日常維持管理は、水使用 - 生物処理 - オゾン方式実証試験計画（平成 20 年 8 月）の資料 1－①の日常維持管理チェックシートに従い、（財）日光市観光施設管理公社及び（株）三愛ビルサービスが実施した。表 6-2-1-1 に概要を示す。

表 6-2-1-1　日常維持管理の概要

	実証試験結果	
実施日	週 1 回	週 1 回
実施者	(財)日光市観光施設管理公社	(株)三愛ビルサービス
作業人数	1 人	1人
作用時間	約 1 時間	約 20 分
作業内容	処理装置の維持管理(循環水の色相、槽内水位の確認、ブロワ及びポンプの稼働状況の確認)	トイレ室内及び便器の掃除、トイレットペーパーの補充等
作業内容についての意見	実証期間中はトラブルもなく、特に困難な作業はなかった。	実証期間中はトラブルもなく、特に困難な作業はなかった。

6-2-2　専門維持管理

専門維持管理は、水使用 - 生物処理 - オゾン方式実証試験計画（平成 20 年 8 月）の資料 1－②の専門管理チェックシートに従い、（財）日本環境整備教育センターが実施した。表 6-2-2-1 に概要を示す。

表 6-2-2-1　専門維持管理の概要

	実証試験結果		
実施日	平常時①	2008年 9月10日	人数:2人
	集中時	11月 5日	人数:2人
	平常時②	12月 3日	人数:2人
実施者	(財)日本環境整備教育センター		
作業時間	約 2 時間(試料採取を含む)		
作業内容	1. 全般的な点検事項 2. 水質に関する測定 3. 汚泥に関する測定 4. 単位装置の点検 5. 機械設備の点検		
作業内容についての意見	実証期間中はトラブルもなく、特に困難な作業はなかった。 装置周辺の空間は作業を行うには最低限の広さしか確保されていなかった。		

6-2-3　発生物の搬出及び処理・処分

発生物の搬出・運搬は、実証期間中 7 回（増加分のみ 6 回　計 17.5m³、全槽 1 回　7.2m³）実施した。そのうちの 1 回については、(財) 日本環境整備教育センターが立会い、実施した。表 6-2-3-1 に概要を示す。

表 6-2-3-1　発生物の搬出及び処理・処分の概要

	実証試験結果
実施日	2008 年 12 月 8 日
実施者	宇都宮文化センター(株)
作業人数	1 人 立会い:1 人((財)日本環境整備教育センター)
作業時間	約 60 分
搬出物・搬出量	全槽　7.2m³
搬出方法	バキューム車により汲取り、搬出
処分方法	し尿処理施設へ搬入
作業を実施する上での問題点	処理装置の近傍までバキューム車を近づけられるため、搬出には問題なかったが、汲取り作業は作業空間が狭いため、やや困難であった。

6-2-4　トラブル対応

本実証試験期間中には、トラブルは発生しなかった。

6-2-5　維持管理マニュアルの信頼性

維持管理マニュアルの信頼性は、生物処理方式実証試験計画（平成 20 年 8 月）の資料 1－⑤のマニュアルチェックシートに従い、(財) 日光市観光施設管理公社及び (財) 日本環境整備教育センターが実施した。表 6-2-5-1 及び表 6-2-5-2 に概要を示す。

表 6-2-5-1　維持管理マニュアルの信頼性

記入者	(財)日光市観光施設管理公社
担当作業内容	日常維持管理
使用したマニュアル名	維持管理マニュアル
(5 段階評価)	・読みやすさ　:③ふつう ・理解しやすさ　:②よい ・正確性　:②よい ・情報量　:③適当
信頼性	日常維持管理の記述は、写真等を用い作業を実施する上での必要最低限の情報が網羅されており、特に問題はなかった。

表 6-2-5-2　維持管理マニュアルの信頼性

記入者	(財)日本環境整備教育センター
担当作業内容	専門維持管理
使用したマニュアル名	『せせらぎ』オゾン＋(プラス)取扱説明書
(5 段階評価)	・読みやすさ　:②よい ・理解しやすさ　:②よい ・正確性　:③ふつう ・情報量　:③適当
信頼性	専門維持管理の記述は、写真等を用い作業を実施する上での必要最低限の情報が網羅されており、特に問題はなかった。

6-3　室内環境

6-3-1　室温、湿度

トイレブースの室温及び湿度の変化を、図 6-3-1-1 に示す。

室温は最高温度 24.3℃、最低温度-0.2℃であり、湿度は 13～99%で推移した。

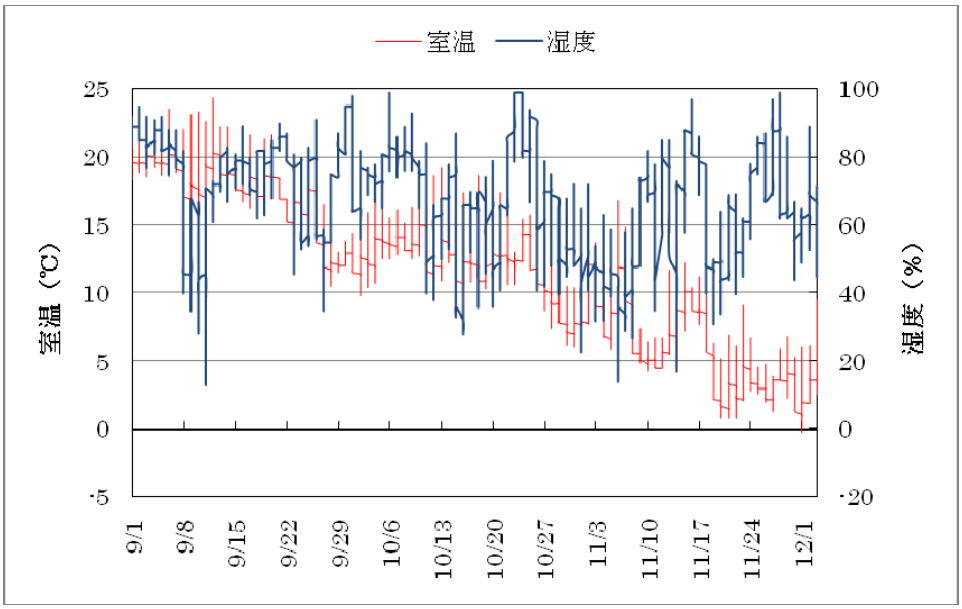


図 6-3-1-1　室温、湿度の変化

6-3-2　室内環境に関する許容範囲

試験期間中、常設式によるトイレ利用者へのアンケート調査を行い、室内環境に対する快適性に関する許容範囲を調査した。有効回答数は 21 であった。調査結果を図 6-3-2-1 に示す。

なお、回答は 11 月 12 日から 12 月 5 日（不明 3）に行われており、時間は 4～21 時（不明 3）の間に回答されていた。

１）トイレ室内臭気

回答者の 81%が「①快適である」「②許容範囲である」と回答している。「③不快である」は 9%であるが、同時期の回答には「①快適である」「②許容範囲である」と回答しているものもあり、個人的な感覚の差によるものと考えられる。

自由意見として、「におわなかった。」、「全然くさくない。使いやすい。」、「キレイに清掃されていて、気持ち良く利用させていただきました。」、「キレイでした。」、「とてもキレイ。」、「木材の使用サイコウ。」、「建て直す前と変わらない感じもする。」という意見があった。

２）水の色や濁り

回答者の 76%が「①全く気にならない」「②許容範囲である」と回答しており、「③不快である」は 5%と低かった。これは、色度は高く、透視度は低くなっているが、色相が乳白色で便器の色と近いことから、利用者には問題ないとされたことが示された。

自由意見として、「茶色いけど別に平気。」、「自分の家みたいでした。」、「自然にやさしいなら OK。」という意見があった。

３）性別

無回答もあったが、男女比はほぼ 1：1 であった。

４）年代

20 代の割合が高く、次いで 40 代であり、30 代と 60 代以上の順であった。

５）その他の意見

その他の意見として、「アンモニアのにおいがした。」、「トイレットペーパーが湿っていたのが少し嫌。」、「キレイ」、「便座が、設定は「高」になっていたのに、とても冷たくてびっくりしました。電源は入っていたのに・・・。」、「毎日清掃されている方に感謝いたします。ご苦労様。」、「とてもキレイで良かった。」、「子供はにおうトイレに行くと泣いてしまうので助かりました。」、「広くてキレイでした。」、「トイレットペーパーがあり良かった。トイレも新しくきれいなので良い。」、「お湯が出ると良い。」、「室内がキレイなら何も悪いことはありません。」、「便座は切になっていて、強にしたがすぐに暖かくならなかった。」という意見があった。

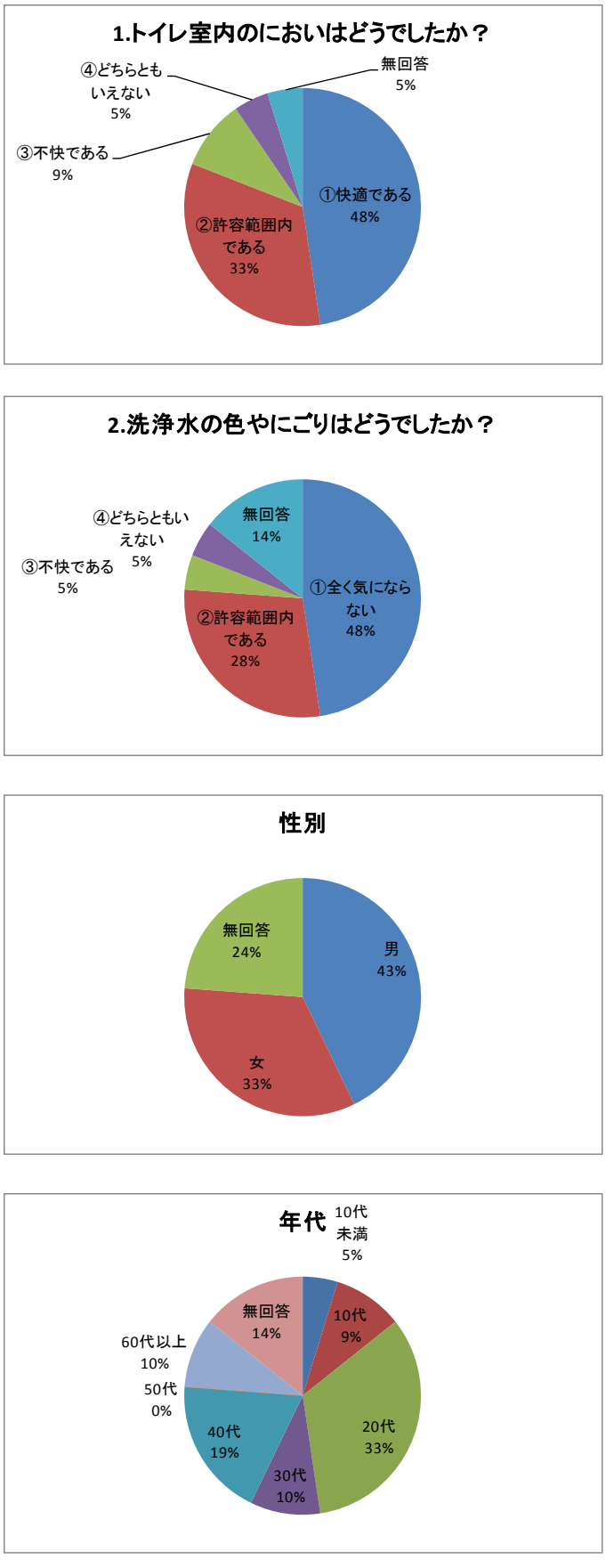


図 6-3-2-1　室内環境に対する快適性に関する許容範囲のアンケート調査結果

6-4　実証装置の設置における周辺環境への影響

本実証試験は、県営明智平駐車場公衆トイレで試験を行った。供用開始は 2007 年（平成 19 年）であり、それ以前は写真 6-4-1 に示すように、汲み取り式の公衆トイレがあった。

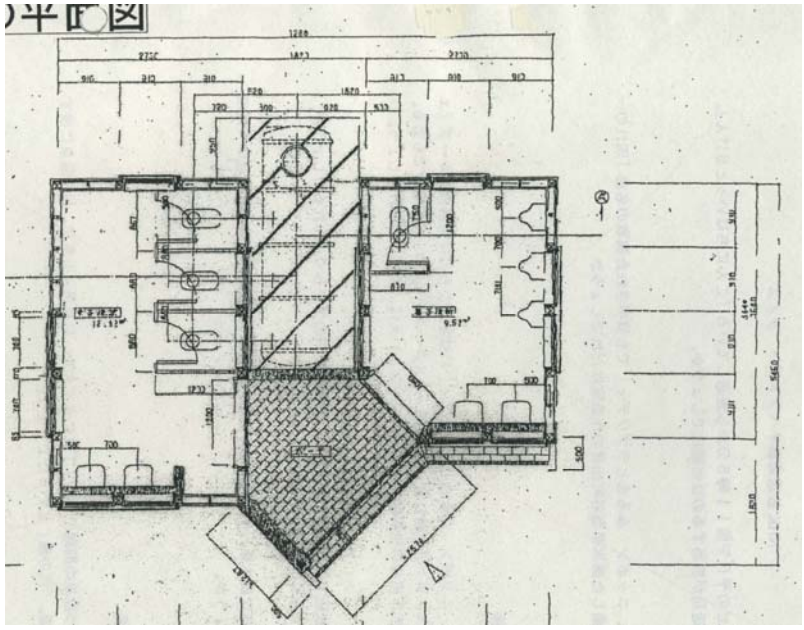
本装置は、この汲み取りトイレを取り壊し、新たにトイレブースと処理装置を建設したものである。設置面積を表 6-4-1 に示す。また、平面図を図 6-4-1 に示す。[現在] の平面図中の点線部分が、改修前の公衆トイレを表す。

現在の公衆トイレは、改修前と比較すると約 11m² 大きい。これは処理装置（汚水処理室とオゾン機械室）の設置面積分である。

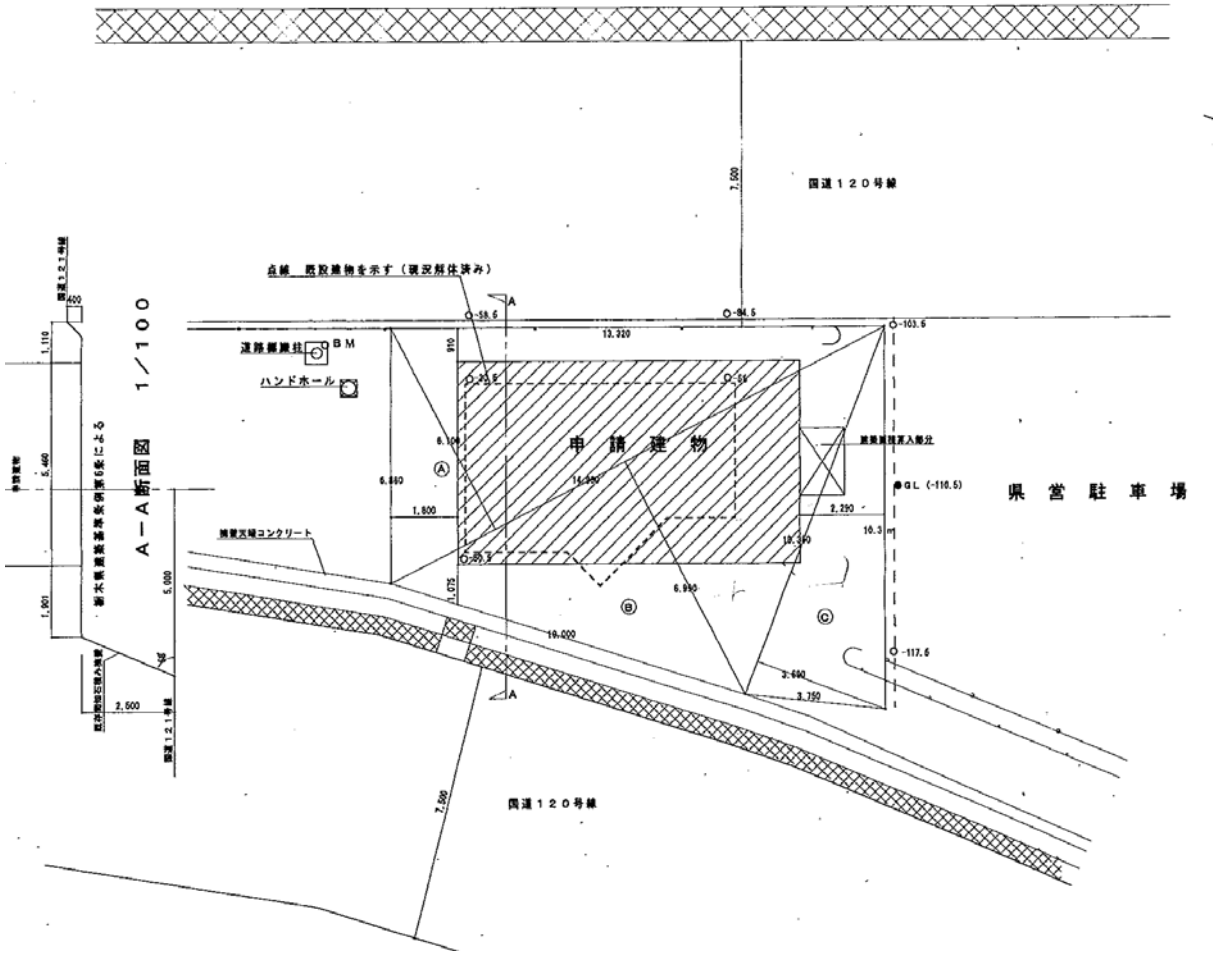
写真 6-4-1　改修前（汲み取り式トイレ）（左）と現在（右）の状況

表 6-4-1　改修前と現在の公衆トイレの設置面積の比較

	改修前	現在
設置面積（m²）	39.6	50.4



［改修前］



［現在］

点線部分が改修前の公衆トイレ

図 6-4-1　改修前と現在の公衆トイレの平面図

6-5　稼動条件・状況、維持管理性能のまとめ

＜外気温＞

外気温については、明智平に近い観測所（観測所名：奥日光（北緯 36 度 44.3 分、東経 139 度 30.0 分、標高 1292m））のデータを引用した。

実証試験期間中の最高気温は、9/5 の 24.1℃、最低気温は、12/7 の-6.6℃であった。

本実証装置は建屋内にあるので、外気温が低下しても処理装置の槽内水が凍結しなければ装置の稼働上は問題ないと考えられる。

＜消費電力量＞

10 月 11 日から 12 月 8 日までの消費電力量の合計は 1885.7kWh、1 日当たりの電力量の平均値は 31.5kWh であった。

1 日当たりの電力量の変化をみると、ばらつきはあるが経日的に減少傾向が認められた。

＜使用人数＞

実証期間中の利用者数は約 106,000 人、1 日当たりの平均使用人数は 1,100 人/日であり、1 日当たりの平均利用人数は集中時の設計処理能力を超えていた。利用集中時の 10 月 11 日～11 月 20 日の利用者数は約 86,000 人、この期間の 1 日当たりの平均利用者数は 2,100 人/日で、集中時の設計処理能力の約 2 倍であった。

＜水温＞

本実証試験期間中における処理装置内の水温は、8.6～22.6℃であった。

＜日常維持管理＞

日常的な維持管理については、実証期間中はトラブルもなく、特に困難な作業はなかった。

＜専門維持管理＞

専門的な維持管理については、一回当たり 2 人で 2 時間程度のものを計 3 回実施した。その結果、実証期間中はトラブルもなく、特に困難な作業はなかった。

＜発生物の搬出及び処理・処分＞

本実証試験期間中に 7 回（増加分のみ 6 回　計 17.5m^3、全槽 1 回　7.2m^3）の汚泥・余剰水の引抜きを実施した。また、2008 年 12 月 8 日の汚泥・余剰水の引抜きの実施時に、清掃汚泥を採取した。作業性については、作業空間が狭いためやや困難であったが、大きな問題はなかった。

＜トラブル対応＞

本実証期間中にはトラブルは報告されなかった。

＜維持管理マニュアル＞

維持管理マニュアルについては、写真等を用い作業を実施する上での必要最低限の情報が網羅されており、特に問題はなかった。

＜室温、室内湿度＞

室温は最高温度 24.3℃、最低温度-0.2℃であり、湿度は 13～99%で推移した。

＜許容範囲＞

トイレ室内の臭気は、81%の回答者が「①快適である」「②許容範囲である」と回答しており、水の色や濁りは、76%の回答者が「①全く気にならない」「②許容範囲である」と回答しており、利用者には問題ないことが示された。

6-6　処理性能

6-6-1　現場測定結果

専門維持管理の実施日（平常時①：9 月 10 日、集中時：11 月 5 日、平常時②：12 月 3 日）における現場測定の結果を表 6-6-1-1 に示す。

表 6-6-1-1　現場測定結果

9月10日　平常時①

	透視度	臭気		外観	浮遊物		DO			水温	pH	電気伝導率
							上	中	下			
	cm	程度	種類		程度	種類	mg/L	mg/L	mg/L	℃		μS/cm
受入槽	7	少有	し尿	茶褐色	多有	ペーパー	—	—	—	20.9	7.56	3,790
前処理槽	4	微有	し尿	茶褐色	有	—	—	—	—	20.6	8.02	3,770
流動接触槽	—	—	—	—	—	—	7.0	—	—	—	—	—
分離槽	5	微有	し尿	茶褐色	有	—	5.4	5.9	5.9	21.1	7.33	3,550
送水槽	11	無	—	茶褐色	微有	—	—	—	—	21.1	7.11	3,550

11月5日　集中時

	透視度	臭気		外観	浮遊物		DO			水温	pH	電気伝導率
							上	中	下			
	cm	程度	種類		程度	種類	mg/L	mg/L	mg/L	℃		μS/cm
受入槽	—	多	ｱﾝﾓﾆｱ臭	乳茶色	少	—	—	—	—	17.5	8.52	25,400
前処理槽	＜1	多	ｱﾝﾓﾆｱ臭	乳茶色	少	—	—	—	—	17.5	8.46	25,600
流動接触槽	—	—	—	—	—	—	1.1	—	—	18.4	8.57	25,200
分離槽	＜1	多	ｱﾝﾓﾆｱ臭	乳茶色	少	—	—	—	—	18.5	8.59	25,000
送水槽	1	多	ｱﾝﾓﾆｱ臭	乳茶色	少	—	—	—	—	19.5	8.50	23,200

12月3日　平常時②

	透視度	臭気		外観	浮遊物		DO			水温	pH	電気伝導率
							上	中	下			
	cm	程度	種類		程度	種類	mg/L	mg/L	mg/L	℃		μS/cm
受入槽	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9.0	9.56	22,800
前処理槽	2.5	多	ｱﾝﾓﾆｱ臭	乳茶色	微	—	—	—	—	8.3	9.62	23,000
流動接触槽	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.9	9.59	22,800
分離槽	2.5	多	ｱﾝﾓﾆｱ臭	乳茶色	微	—	—	—	—	8.8	9.66	22,700
送水槽	4.0	多	ｱﾝﾓﾆｱ臭	乳茶色	無（白濁）	—	—	—	—	10.4	9.56	23,300

なお、平常時①において、分離槽の DO を測定し、その後、測定していないのは、分離槽、送水槽の発泡が著しく、装置上部に蓋をして対応していたため、測定ができなかったからである。また、平常時②では、DO 計の不具合により流動接触槽の DO を測定できなかった。

pH:水素イオン濃度指数
　酸性、アルカリ性の度合いを示す指標です。pH が7のときに中性で、7より高い場合はアルカリ性、低い場合は酸性を示します。一般にし尿は、排泄時は弱酸性ですが、時間が経過すると加水分解されて弱アルカリ性を示します。

DO：溶存酸素（mg/L）
　水中に溶解している酸素を意味します。水系の自浄作用に不可欠で、清純な水ほど飽和量に近くなります。溶存酸素がなくなり嫌気状態になると、硫化水素が発生、悪臭を放つようになります。

（１）水温、pH

各単位装置における水温、pH の経日変化を図 6-6-1-1 と図 6-6-1-2 に示す。

水温は、平常時②において送水槽を除き 10℃を下回ったが、他の専門管理実施日においては 10℃を上回った。なお、各単位装置で大きな差はなかった。

pH は、経日的に上昇する傾向が認められた。なお、各単位装置で大きな差はなかった。

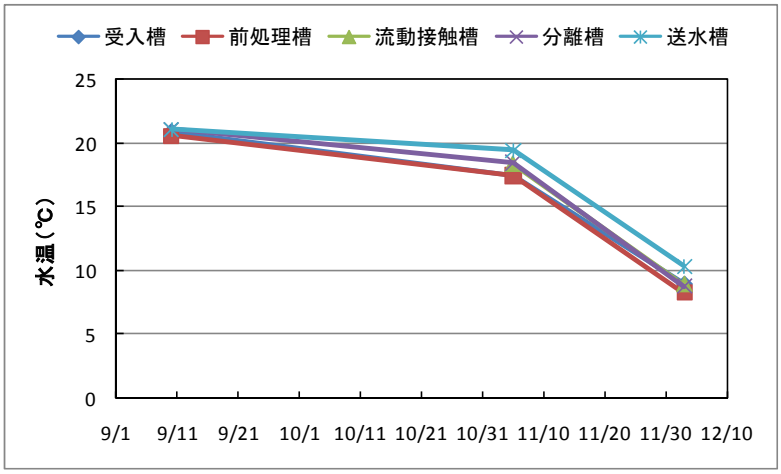


図 6-6-1-1　各単位装置における水温の経日変化

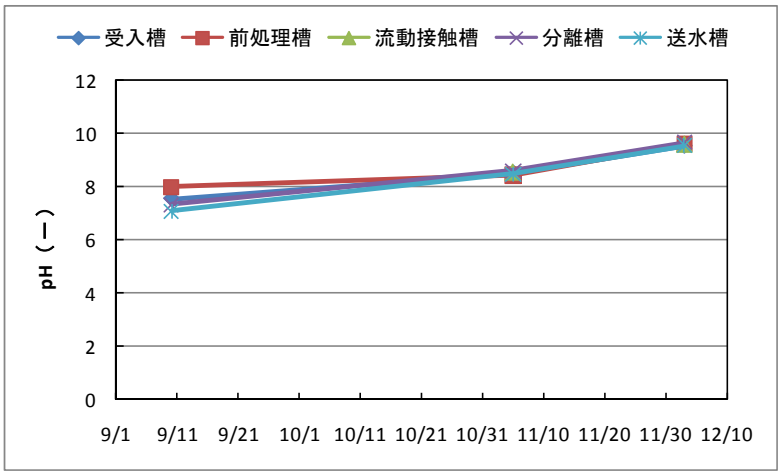


図 6-6-1-2　各単位装置における pH の経日変化

（２）透視度、色相、溶存オゾン

処理工程水の透視度及び色相について表 6-6-1-2 に示す。

透視度は、平常時①の送水槽の 11cm を除き、10cm 以下であった。集中時には 1cm 以下であった。

色相は、平常時①では褐色であり透明感はなく、以後は乳茶色で濁りが激しかった。

臭気は、平常時①ではし尿臭、以後は非常に強いアンモニア臭が認められ、作業中は目に刺激が感じられた。

溶存オゾン（DR/800：HACH 社、検出限界 0.02mg/L）は、送水槽において専門管理実施日のいずれにおいても、検出されなかった。本装置の平均使用人数は、設計処理能力の約 2 倍程度、また、最高使用人数では、8 倍近い負荷がかかっており、オゾンは有機物の分解に消費され、残存しなかったものと考えられる。

表 6-6-1-2　処理工程水の透視度、色相

		平常時① 9月10日	集中時 11月5日	平常時② 12月3日
透視度 （cm）	受入槽	7	—	—
	前処理槽	4	＜1	2.5
	分離槽	5	＜1	2.5
	送水槽	11	1	4.0
外観	受入槽	茶褐色	乳茶色	—
	前処理槽	茶褐色	乳茶色	乳茶色
	分離槽	茶褐色	乳茶色	乳茶色
	送水槽	茶褐色	乳茶色	乳茶色

（３）電気伝導率

各単位装置における電気伝導率の経日変化を図 6-6-1-3 に示す。

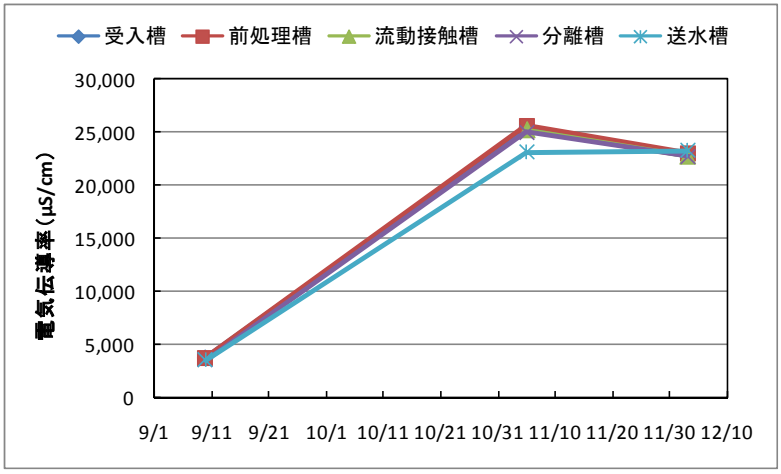


図 6-6-1-3　各単位装置における電気伝導率の経日変化

電気伝導率は、各単位装置で顕著な差は認められず、平常時①の 3,550～3,790μS/cm から集中時には 23,200～25,600μS/cm と増加し、平常時②では 22,700～23,300μS/cm とほぼ横ばいであった。

電気伝導率（μS/cm またはmS/m）
　水溶液の電気の通しやすさを表し、水に溶けているイオン総量を示す指標であり、塩類蓄積の指標となります。純水では電気伝導率はほぼ 0 に近い数値を示し、逆に不純物の多い水では電気伝導率は高くなります。

（４）スカム、堆積汚泥の蓄積状況

スカム、堆積汚泥の蓄積状況について、表 6-6-1-3 に示す。

実証試験開始後から日数の経過に伴い、スカム、堆積汚泥の蓄積傾向が認められた。スカムはト

イレットペーパーが主体であった。

表 6-6-1-3　スカム、堆積汚泥の蓄積状況

		スカム	堆積汚泥
平常時① 9 月 10 日	受入槽	なし	なし
	前処理槽	全面 3～4cm	ｽｸﾘｰﾝ前 10cm、ﾎﾟﾝﾌﾟ落口 10～15cm
	分離槽	全面 3cm	5cm
	貯留槽①	全面 1～2cm	なし
集中時 11 月 5 日	受入槽	2/5　10cm	なし
	前処理槽	1/5　5cm	なし
	貯留槽①	1/5　1cm	満水　汚泥界面が不明
平常時② 12 月 3 日	受入槽	なし	なし
	前処理槽	少量	10～15cm、ｽｸﾘｰﾝ前 20cm、ｽｸﾘｰﾝ後 10cm
	分離槽	なし	10cm
	送水槽	なし	10cm

なお、流動接触槽、分離槽、送水槽では、発泡が著しかった。発泡状況を写真 6-6-1-1 に示す。

写真 6-6-1-1　発泡状況
手前：流動接触槽、　奥：分離槽・送水槽

（５）排オゾン

汚水処理室及び排気口で検知管（低濃度用 18L：（株）ガステック、検出限界 0.025ppm）による排オゾン濃度の測定を実施したが、いずれの調査日にも排オゾンは検出されなかった。

6-6-2　水質分析結果

専門管理実施日（平常時①：9 月 10 日、集中時：11 月 5 日、平常時②：12 月 3 日）における水質分析の結果を表 6-6-2-1 に示す。

表 6-6-2-1　水質分析結果

9月10日　　平常時①

単位装置	BOD	SS	T-N	NH4-N	NO2-N	NO3-N	Cl^-	色度	TOC	大腸菌	大腸菌群
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	度	mg/L	MPN/100mL	個/mL
前処理槽	172	247	244	130	72.9	11.7	586	242	219	—	—
分離槽	189	194	215	90.5	90.9	10.1	582	235	213	—	—
送水槽	71	27.5	259	87.2	95.6	11.8	582	227	112	7.9×10^{4}	1.0×10^{3}

11月5日　　集中時

単位装置	BOD	SS	T-N	NH4-N	NO2-N	NO3-N	Cl^-	色度	TOC	大腸菌	大腸菌群
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	度	mg/L	MPN/100mL	個/mL
前処理槽	1,120	2,310	3,060	2,640	ND	ND	4,310	1,130	2,130	—	—
分離槽	1,030	2,750	3,010	2,580	ND	ND	3,660	1,400	1,960	—	—
送水槽	1,150	1,820	2,880	2,520	ND	ND	3,500	891	1,740	$>1.6\times10^{5}$	3.7×10^{4}

12月3日　　平常時②

単位装置	BOD	SS	T-N	NH4-N	NO2-N	NO3-N	Cl^-	色度	TOC	大腸菌	大腸菌群
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	度	mg/L	MPN/100mL	個/mL
前処理槽	82	175	2,390	2,250	ND	ND	3,780	440	696	—	—
分離槽	66	196	2,370	2,220	5.75	ND	3,600	462	691	—	—
送水槽	68	157	2,350	2,230	4.23	1.52	3,560	341	695	7.0×10^{0}	ND

（１）BOD、SS、TOC

各単位装置における BOD、SS、TOC の経日変化を図 6-6-2-1 に示す。また、処理工程における BOD、SS、TOC の変化を図 6-6-2-2 に示す。

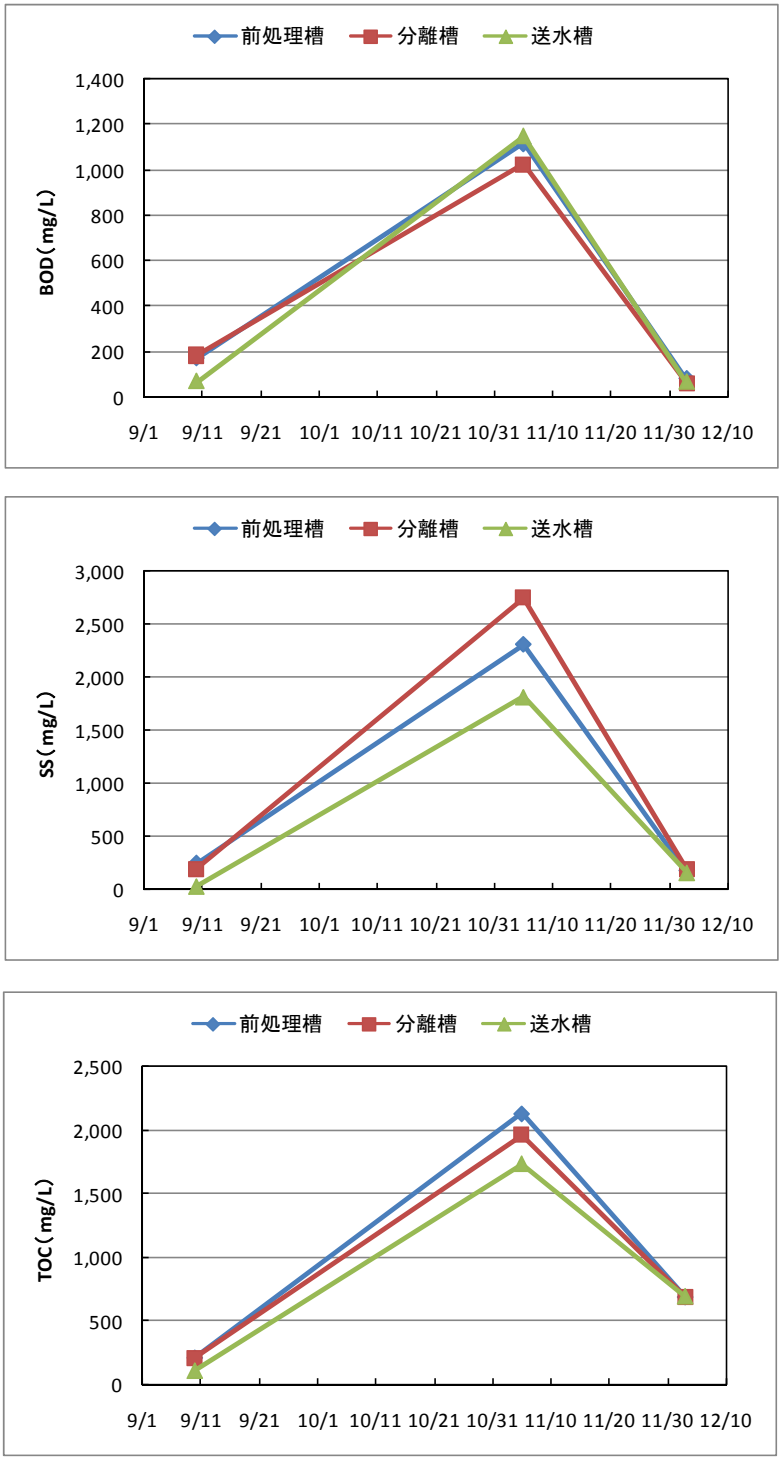


図 6-6-2-1　処理工程水の BOD、SS、TOC の経日変化

BOD について、平常時①では 71～189mg/L であったが、集中時には 1,030～1,150mg/L と約 10 倍の濃度となった。平常時②では、66～82mg/L に低下していた。

SS、TOC についても BOD と同様の傾向を示したが、集中時の SS は処理工程でバラツキがあり、

平常時②の TOC は平常時①より約 3 倍高い値であった。

BOD、SS、TOC で処理工程における差はほとんどなかった。これは、利用者数が多く、そのため洗浄水量が多くなり、滞留時間が短くなったためと考えられる。今後、1 回当たりの洗浄水量についても検討が必要と考えられる。

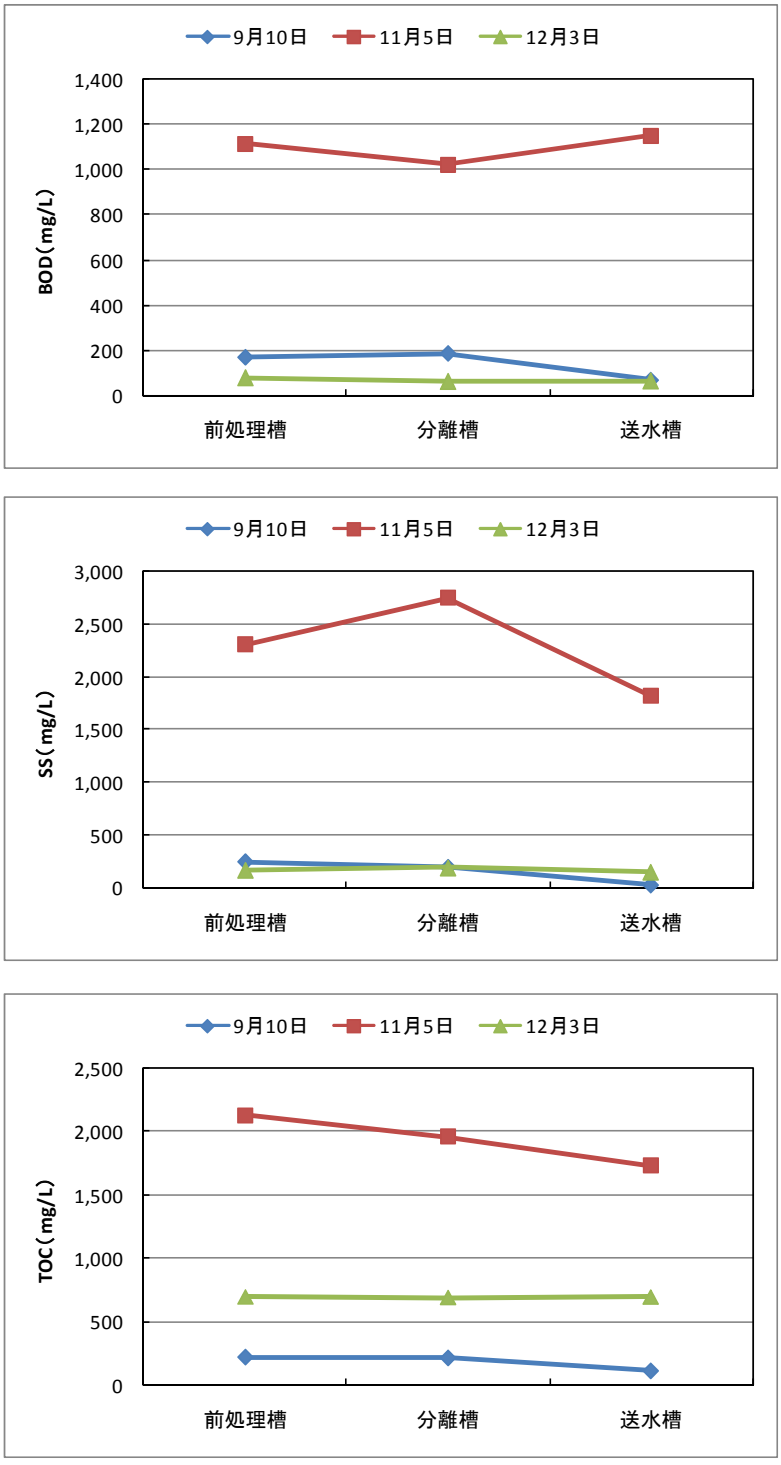


図 6-6-2-2　処理工程における BOD、SS、TOC の変化

BOD:生物化学的酸素要求量（mg/L）

水の処理状態を示す代表的な水質項目の１つです。水中に含まれる有機物質等が、微生物により分解される際に消費される酸素量を表します。生物分解が可能な有機物量が多く、水が汚れてくると BOD 値は高くなります。一般に収集し尿１ℓにつき、約 13,000mg の BOD を含んでいます。

SS:浮遊物質（mg/L）

水中の濁り成分のうち、溶解しているものを除いた粒子径が 2mm 以下の固形物量を表します。BOD とともに重要な項目で、水の濁り、汚れが進むと数値が高くなります。処理により SS が除去されると BOD も低くなります。一般に収集し尿は１ℓにつき約 18,000mg の SS を含んでいます。

TOC:有機体炭素（mg/L）

有機物中の炭素量を表します。有機物量が多く、水が汚れてくると TOC 値が高くなります。BOD の分析には 5 日間がかりますが、TOC は分析装置により短時間で分析できます。

（２）T-N、NH_4-N、NO_2-N、NO_3-N

各処理工程水における T-N、NH_4-N、NO_2-N、NO_3-N の経日変化を図 6-6-2-3～6-6-2-4 に示す。また、専門管理実施日における各処理工程水の各態窒素の濃度及び割合を図 6-6-2-5～6-6-2-6 に示す。

T-N については、各処理工程水とも平常時①の 215～259mg/L から集中時の 2,880～3,060mg/L へと約 10 倍増加したが、平常時②では、2,350～2,390mg/L と若干減少した。

NH_4-N については、T-N と同様な挙動を示したが、NO_2-N、NO_3-N は逆に平常時①で高く、集中時、平常時②で減少した。

各態窒素濃度及びその割合をみると、平常時①では NO_2-N、NO_3-N が検出され、ある程度の硝化反応の進行が認められるが、集中時、平常時②では NO_2-N、NO_3-N がほとんど検出されず、T-N に占める NH_4-N の割合が約 95～85%程度であり、硝化が進行していない状況であった。

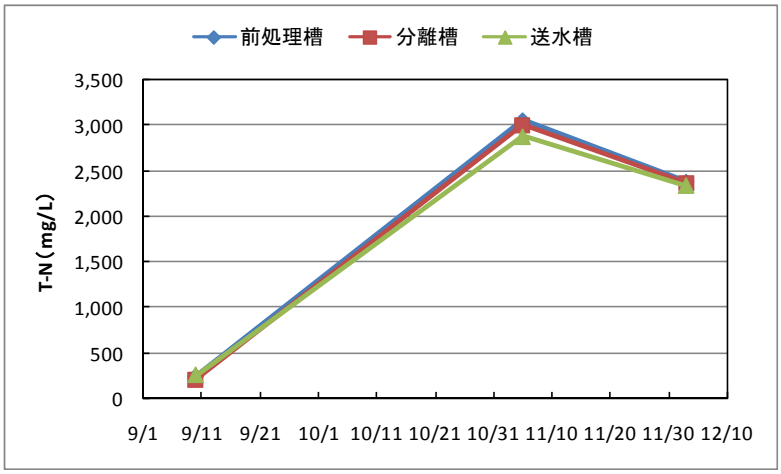
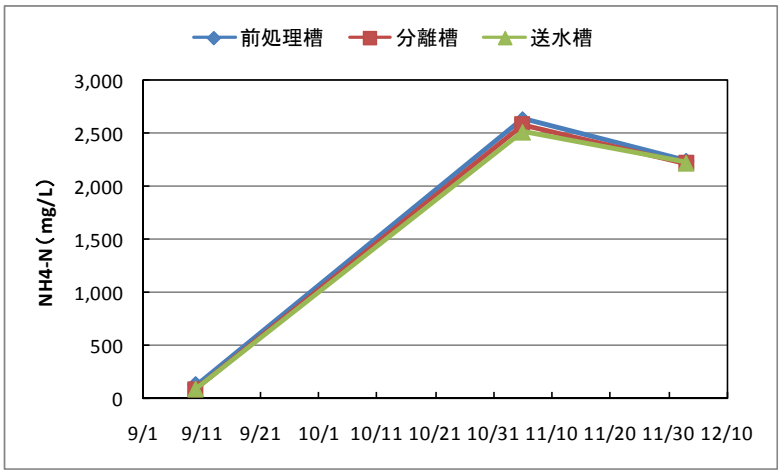
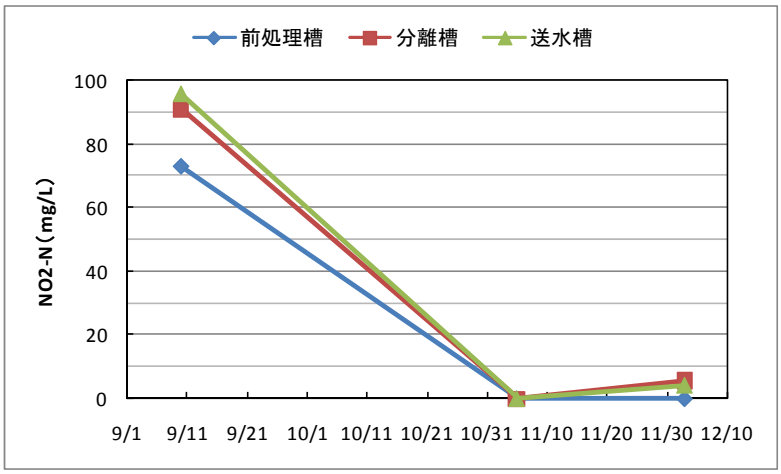


図 6-6-2-3　処理工程水の T-N の経日変化

T-N：全窒素 有機性窒素化合物及び無機性窒素化合物に含有される窒素の総量。
NH_4-N：アンモニア性窒素(mg/L) アンモニウムイオンとして存在する窒素量を表します。アンモニアはタンパク質のような有機窒素化合物が分解して生成します。
NO_2-N：亜硝酸性窒素(mg/L) 亜硝酸イオンの形で存在する窒素量を表します。亜硝酸は、主にし尿及び下水に由来するアンモニアが生物化学的に酸化されて生成します。
NO_3-N：硝酸性窒素(mg/L) 硝酸イオンの形で存在する窒素量を表します。硝酸は、水中に存在する様々な窒素化合物が生物化学的酸化を受けて生じた最終生成物です。





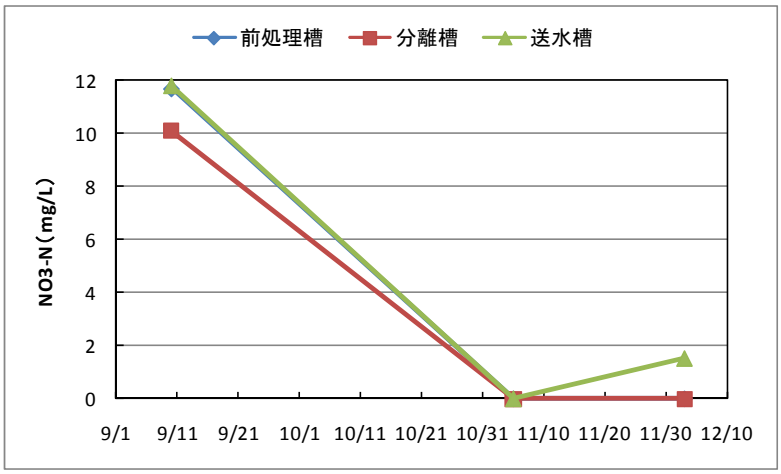
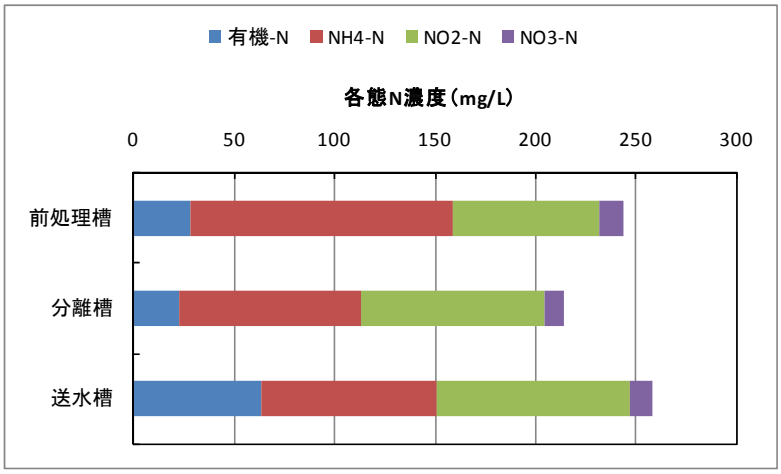
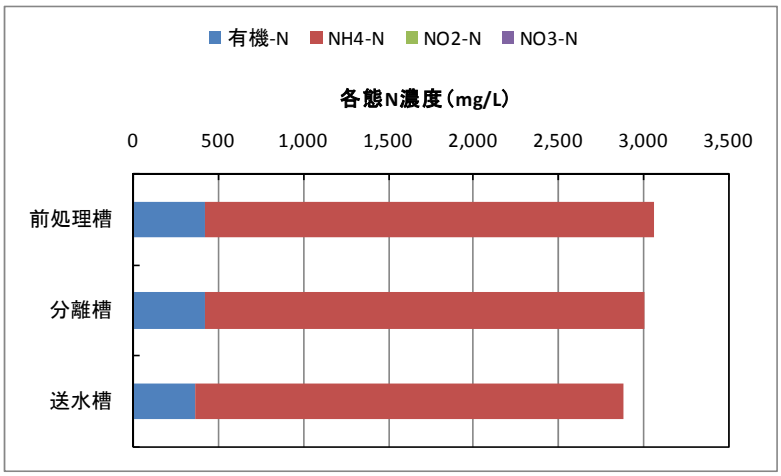


図 6-6-2-4　処理工程水の NH_4-N、NO_2-N、NO_3-N の経日変化

9 月 10 日



11 月 5 日



12 月 3 日

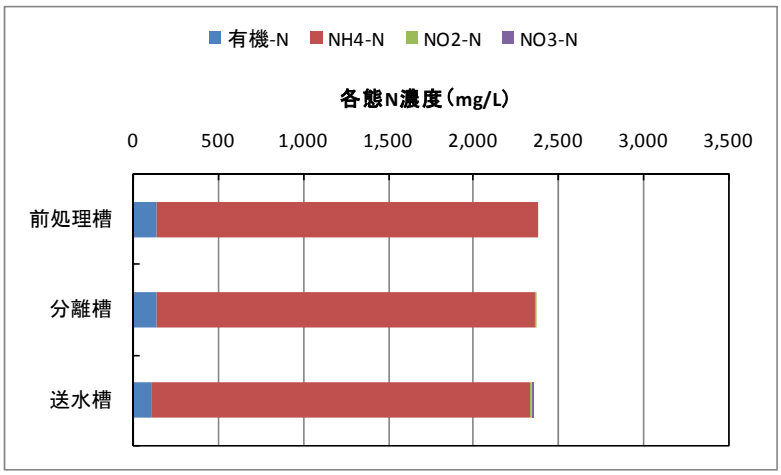
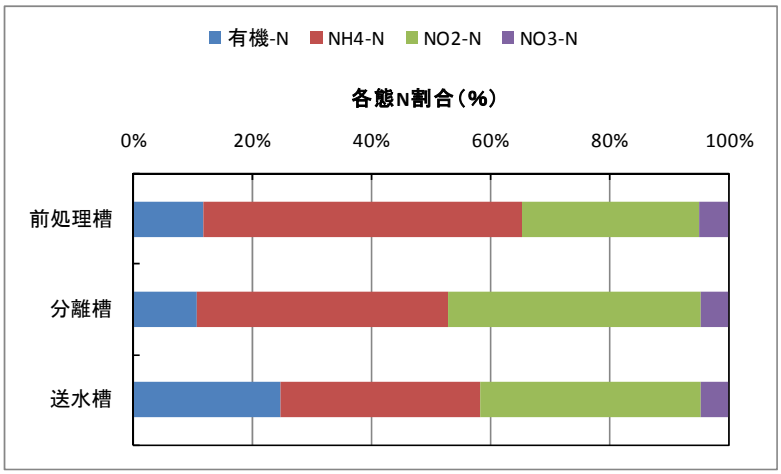
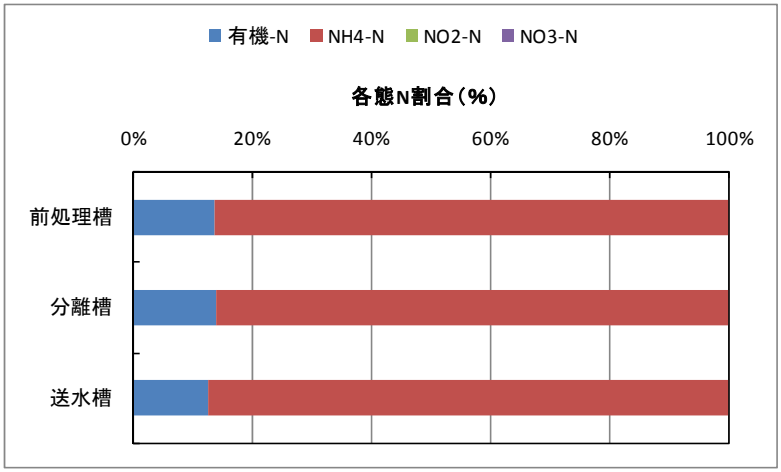


図 6-6-2-5　処理工程水の各態 N 濃度

9 月 10 日



11 月 5 日



12 月 3 日

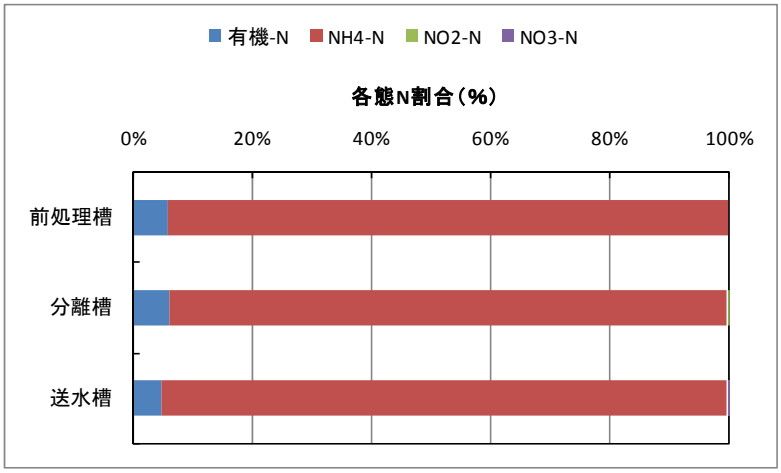


図 6-6-2-6　処理工程水の各態 N の割合

（４）塩化物イオン、色度

各単位装置における塩化物イオン、色度の経日変化を図 6-6-2-7、処理工程における色度、塩化物イオンの変化を図 6-6-2-8 に示した。

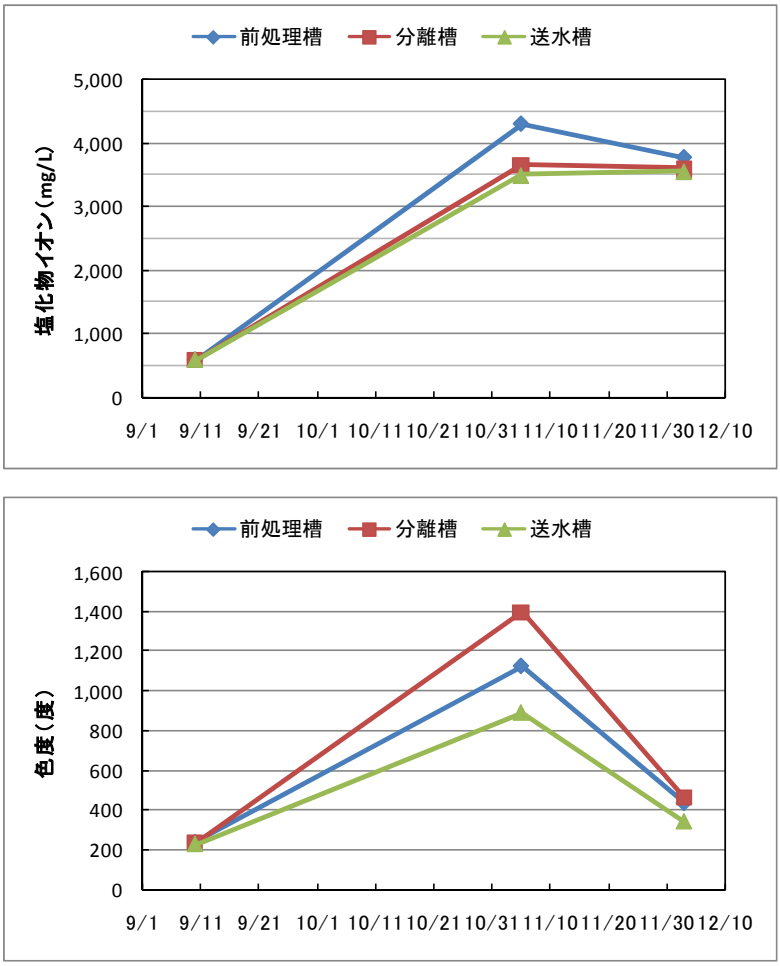


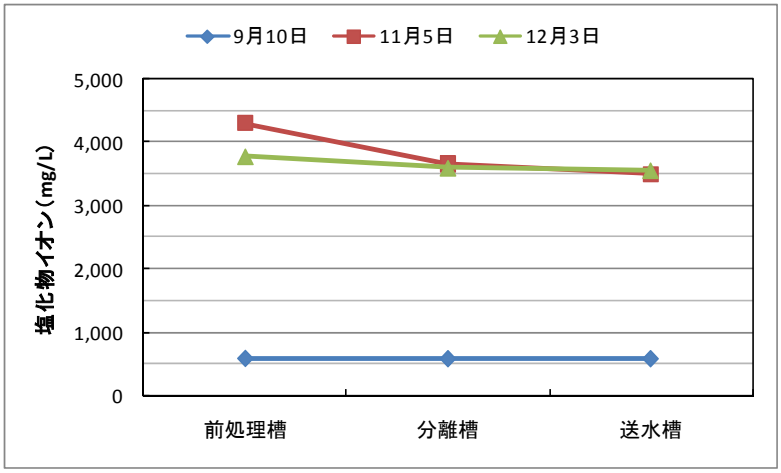
図 6-6-2-7　処理工程水の色度、塩化物イオンの経日変化

塩化物イオンは、平常時①では 582～586mg/L であったが、集中時には 3,500～4,310mg/L と約 7～8 倍の濃度となり、塩類の蓄積傾向を示したが、平常時②では 3,560～3,780mg/L とほぼ横ばいであった。塩化物イオンについては、処理装置内に蓄積する傾向であり、電気伝導率の経日変化と同傾向を示した。

色度については、平常時①では 227～242 度、集中時では 891～1,400 度まで上昇し、平常時②では 341～462 度と大きく減少した。

塩化物イオン、色度ともに、集中時では処理工程でバラツキが認められた。

Cl^-：塩化物イオン（mg/L）
　水中でイオン化している塩素を表します。通常の生物処理では塩化物イオンは除去されないため、洗浄水等によって薄められた倍率や濃縮された度合いを推定する事ができます。



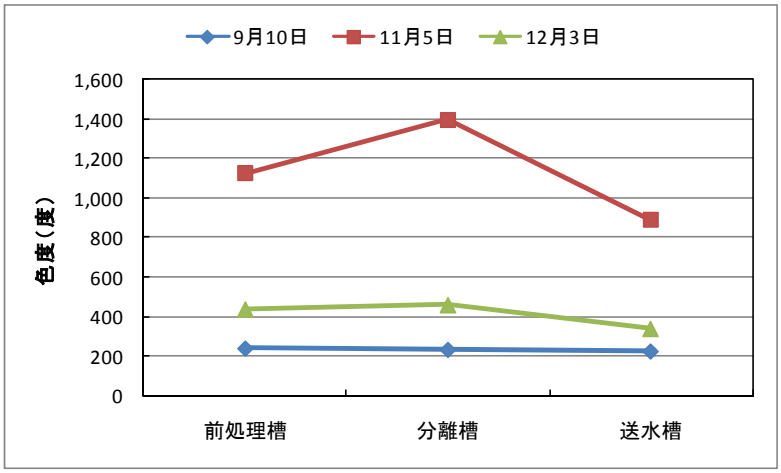


図 6-6-2-8　処理工程における色度、塩化物イオンの変化

（５）大腸菌、大腸菌群

送水槽における大腸菌、大腸菌群を表 6-6-2-2 に示した。

大腸菌群は、平常時②で検出下限値以下（ND）であったが、他は 1,000～37,000 個/mL 検出された。一方、大腸菌は 7.0MPN/100mL～160,000MPN/100mL 以上検出された。

なお、大腸菌と大腸菌群について、大腸菌群が検出されない試料で大腸菌が検出されている試料があるが、これは大腸菌の測定法である MMO-MUG 法と大腸菌群の測定法のデソキシコレート法の検出限界によるものと考えられる。

大腸菌群の測定法であるデソキシコレート法では、培地上のコロニー数が 30～300 となるよう調整した試料 1mL を用いて混釈培養するため、30CFU/mL 以下は検出限界以下（ND）としている。一方、特定酵素基質法である MMO-MUG 法は MPN（最確数）法で計数するため、100mL あたり 1.8MPN（1mL 換算では 0.018MPN）というカウントが可能である。

いま、大腸菌群が全て大腸菌で、MPN と CFU が等しいと仮定した場合、1,300MPN/100mL や 920MPN/100mL という値は、13CFU/mL や 9CFU/mL に相当すると考えられる。これらの値は、いずれも 30CFU/mL 以下であるため、コロニー数をカウントする大腸菌群測定で今回のように ND という値が得られたことは妥当と考えられる。

本装置の平均使用人数は、設計処理能力の約 2 倍、また、最大使用人数では、8 倍近い負荷がかかっていたため、オゾンは有機物の分解に消費され、大腸菌、大腸菌群の滅菌、殺菌、消毒等を行うのに十分なオゾン量が残存せず、大腸菌、大腸菌群が検出されたと考えられる。

表 6-6-2-2　送水槽における大腸菌、大腸菌群

	大腸菌 (MPN/100mL)	大腸菌群 (個/mL)
平常時①　9月10日	7.9×10^{4}	1.0×10^{3}
集中時　11月 5日	$>1.6\times10^{5}$	3.7×10^{4}
平常時②　12月 3日	7.0×10^{0}	ND

大腸菌群（個/mL）
　大腸菌及びそれに良く似た性質をもつ細菌の総称です。大腸菌は人や動物の腸管内に多く生息しているので、大腸菌が存在する水は、糞便や他の病原菌により汚染されている可能性があることを意味します。一般に収集し尿 1 mL 中には 100 万個以上の大腸菌が存在しています。

（６）清掃汚泥

清掃汚泥の分析結果を表 6-6-2-3 に示す。

表 6-6-2-3　清掃汚泥の分析結果

	TS (mg/L)	VS (mg/L)	SS (mg/L)	VSS (mg/L)
12 月 8 日	11,600	4,600	4,270	3,280
	浮遊性有機物 (mg/L)	浮遊性無機物 (mg/L)	溶解性有機物 (mg/L)	溶解性無機物 (mg/L)
12 月 8 日	3,280	990	1,320	6,010

清掃汚泥は、TS の 11,600mg/L に対し、SS の 4,270mg/L と溶解性成分が多量に含まれており、その大部分は溶解性の無機成分、すなわち塩類であると考えられる。また、SS に対する VSS の比率が 77%で、有機性成分の比率が高かった。

6-7　処理性能のまとめ

実証試験の結果、本処理方式における処理性能に関して得られた知見を以下に示す。

＜水温、pH＞

水温は 8.3～21.1℃であり、経日的に低下した。pH は 7.1～9.7 であり、経日的に上昇した。水温、pH ともに各単位装置間で顕著な差は認められなかった。

＜透視度、色相、臭気＞

透視度は、平常時①で 4～11cm であったものが、集中時には 1cm 以下に低下し、乳茶色で濁りが激しかった。平常時②では、3～4cm に上昇した。臭気は、平常時①ではし尿臭、以後は非常に強いアンモニア臭が認められ、作業中は目に刺激が感じられた。

＜電気伝導率＞

平常時①の約 3,600～3,800μS/cm から集中時には約 23,000～26,000μS/cm と増加し、平常時②では約 23,000μS/cm とほぼ横ばいであった。各単位装置間で顕著な差は認められなかった。

＜有機汚濁物質＞

BOD、SS は、集中時には BOD が 1,030～1,150mg/L、SS が 1,820～2,750mg/L と平常時①の約 10 倍の濃度となり、極めて高負荷の状況であった。

＜窒素＞

T-N については、各処理工程水とも集中時に 2,880～3,060mg/L と平常時①の約 10 倍に増加したが、平常時②では、2,350～2,390mg/L と若干減少した。

各態窒素濃度及びその割合をみると、平常時①では NO_2-N、NO_3-N が検出され、ある程度の硝化反応の進行が認められるが、集中時、平常時②では NO_2-N、NO_3-N がほとんど検出されず、T-N に占める NH_4-N の割合が約 95～85%程度であり、負荷が高すぎて硝化が進行していない状況であった。

＜汚泥＞

実証試験開始後から日数の経過に伴い、スカム、堆積汚泥の蓄積傾向が認められ、スカムはトイレットペーパーが主体であった。清掃汚泥は溶解性成分が多量に含まれており、その大部分は溶解性の無機成分、すなわち塩類であると考えられる。また、SS に対する VSS の比率が 77%で、有機性成分の比率が高かった。

＜オゾン＞

溶存オゾン、排オゾンとも検出されず、有機物の分解に消費されたと考えられた。

＜大腸菌、大腸菌群＞

大腸菌群は、平常時②で検出下限値以下（ND）であったが、他は 1,000～37,000 個/mL 検出された。一方、大腸菌は 7.0MPN/100mL～160,000MPN/100mL 以上検出された。

本実証試験では、設計処理能力に対し、平均使用人数が平常時の 2 倍、最大使用人数が 8 倍近い負荷がかかっていたため、大腸菌、大腸菌群数が多く、また、処理装置内に有機物が高濃度に残存し、オゾンが有機物の分解に消費され、オゾンの滅菌、殺菌、消毒の効果がなくなり、大腸菌及び大腸菌群が検出されたため、循環水は衛生学的安全性が確保されているとは言い難い状況であった。

6-8　試験結果の全体的まとめ

＜稼動条件・状況＞

本実証試験は、平成 20 年 9 月 1 日から平成 20 年 12 月 8 日までの期間において実施した。

本装置が適切に稼動する低温限界は-5℃であるが、実証試験期間中の外気温はそれを下回ることがあった。ただし、本装置の生物処理槽は建屋内に設置されており、その建屋内の室温は 0℃を下回ることはなかった。

生物処理槽内の水温は、5℃を下回ることはなく、凍結等によるトラブルは発生しなかった。

本装置の設計処理能力は平常時 200 人回/日、集中時 1,000 人/日であるが、試験結果では、実証期間中の利用者数は約 106,000 人、1 日当たりの平均使用人数は 1,100 人/日であった。1 日当たりの平均利用人数は集中時の設計処理能力を超えていた。利用集中時の 10 月 11 日～11 月 20 日の利用者数は 86,000 人、この期間の 1 日当たりの平均利用者数は 2,100 人/日で、集中時の設計処理能力の約 2 倍であった。

実証試験期間中、汚泥及び槽内水の引き抜き等を 7 回実施した。

10 月 11 日から 12 月 8 日までの消費電力量の合計は 1,890kWh、1 日当たりの電力量の平均値は 31.5kWh であった。1 日当たりの電力量の変化をみると、ばらつきはあるが経日的に減少傾向が認められた。

循環水の脱色を目的としてオゾン装置を採用しているが、本実証試験では排オゾンは検出されなかったが、オゾン装置の運転方法や排オゾンの処理方法に検討が必要である。

＜維持管理性＞

日常的な維持管理については、通常の掃除作業とは異なる位置づけにより、毎週実施した。専門的な維持管理については、一回当たり 2 人で 2 時間程度のものを計 3 回実施した。その結果、特にトラブルや問題等は発生しなかった。

＜室内環境＞

試験を実施した場所は、冬期は閉鎖しており、試験期間中の最低気温は-6.6℃まで下がっていた。室温は最高温度 24.3℃、最低温度-0.2℃であり、湿度は 13～99%で推移した。

室内湿度は一般的に 30～60%ぐらいが好ましいといわれているが、利用者の快適性を考慮して設計する場合においては、特に夏季においては何らかの湿気対策を行う必要がある。

トイレ室内の臭気は、81%の回答者が「①快適である」「②許容範囲である」と回答しており、水の色や濁りは、76%の回答者が「①全く気にならない」「②許容範囲である」と回答しており、利用者には問題ないことが示された。

＜周辺環境への影響＞

対象装置は、排水及び放流の必要性がなく、余浄水や汚泥が溜まり次第汲み取る方式である。そのため、排水による周辺環境への影響はない。土地改変について、本実証試験装置に関しては、汲み取り式の公衆トイレを撤去し設置したため、大規模な地形変更は実施されていない。

排オゾンは、本実証試験において汚水処理室内、屋外（排気口）ともに、検出されず、周辺環境

への影響はないものと考えられる。

＜処理性能＞

本装置は、沈殿分離・接触酸化等の生物処理の後、オゾン処理を行っている。

循環水の透視度は、平常時①に 10cm 以下であったものが、集中時には 1cm 以下に低下し、乳茶色で濁りが激しかった。臭気は、平常時①ではし尿臭、以後は非常に強いアンモニア臭が認められ、作業中は目に刺激が感じられた。

BOD、SS は、集中時には BOD が 1,030～1,150mg/L、SS が 1,820～2,750mg/L と平常時①の約 10 倍の濃度となり、極めて高負荷の状況であった。

T-N については、各処理工程水とも集中時に 2,880～3,060mg/L と平常時①の約 10 倍に増加したが、平常時②では、2,350～2,390mg/L と若干減少した。

各態窒素濃度及びその割合をみると、平常時①では NO_2-N、NO_3-N が検出され、ある程度の硝化反応の進行が認められるが、集中時、平常時②では NO_2-N、NO_3-N がほとんど検出されず、T-N に占める NH_4-N の割合が約 95～85%程度であり、負荷が高すぎて硝化が進行していない状況であった。

実証試験開始後から日数の経過に伴い、スカム、堆積汚泥の蓄積傾向が認められ、スカムはトイレットペーパーが主体であった。清掃汚泥は溶解性成分が多量に含まれており、その大部分は溶解性の無機成分、すなわち塩類であると考えられる。また、SS に対する VSS の比率が 77%で、有機性成分の比率が高かった。

本実証試験では、設計処理能力に対し、平均使用人数が平常時の 2 倍、最大使用人数が 8 倍近い負荷がかかっていたため、大腸菌、大腸菌群数が多く、また、処理装置内に有機物が高濃度に残存し、オゾンが有機物の分解に消費され、オゾンの滅菌、殺菌、消毒の効果がなくなり、大腸菌及び大腸菌群が検出されたため、循環水は衛生学的安全性が確保されているとは言い難い状況であった。

7．本装置導入に向けた留意点

7-1　設置条件に関する留意点

7-1-1　自然条件からの留意点

本装置は、平成 16 年度（2004 年度）の実証対象技術である『せせらぎ』の改良技術である。

汚水処理技術として、沈殿分離・接触酸化等の生物処理を行い、さらにオゾン処理を組み合わせて処理する技術を用いたことから、その生物処理に係わる自然条件の影響を考慮する必要がある。

本実証試験期間の冬季において、水温は 8℃前後まで低下した。水温の低下は生物処理機能の低下に影響を与える。このような観点から水温低下を防止するためには、保温対策またはヒーターの設置も検討する必要がある。また、トイレの洗浄水に処理水を循環して使用することから、配管系統に対する凍結防止、保温対策も必要である。

本実証試験は、山麓に近く 12 月から 3 月までは閉鎖される場所で行われたが、山岳地域等に設置する場合には、設置場所の気象条件、特に、冬期間の気温、水温に留意する必要がある。中でも、地上部に設置される操作盤等は、結露、凍結、強風による破損防止策等に充分配慮した構造としなければならない。

冬期に閉山する場所では、処理槽部分について凍結防止の保温対策を講ずるか、閉山前に槽内水を全て引抜く等の閉山対策が必要である。

7-1-2　社会条件からの留意点

トイレブース側は不衛生となりやすいので日常の清掃が欠かせない。さらに、設備、機器の日常的な点検、保守も機能を維持するうえで必須となる。日常管理を確実に行える体制を整えておくことが必要である。

非放流式の処理装置であるため、浄化槽法や水質汚濁防止法に抵触しないが、トイレとしては建築基準法に従う必要がある。また、設置される地域によっては自然公園法、森林法、河川法等も考慮する必要がある。一方、通常運転が開始されると定期的に余剰水（汚泥）の搬出が必要になることから廃棄物処理法にも留意し、余剰水や汚泥の処理方法、輸送手段、業者等についても検討しておく必要がある。

7-1-3　インフラ整備条件からの留意点

本装置は、ポンプ設備、工場生産型の処理槽、配管設備、電気・機器設備から構成され、施工時には地盤の掘削、コンクリート打設等を伴うため、資材や重機の搬入に相応の機動力を必要とする。施工時に、搬入路が整備されているか否かによって資材の搬入、施工に要する費用、日数、人員を左右されるので、導入にあたって工期や費用面の十分な検討が必要である。同様に、竣工後の仮設資材や建設廃材の搬出にあたっても、機動力の確保が施工性を大きく左右することにも配慮が必要である。また、本装置はセット型であるため比較的に施工に要する日数、人員に係る負荷が小さい利点を有する。

本装置は初期水、電力が必要であるため、これらを確保できる地域が設置の条件となる。原則として、商用電力が確保できる地域が必須条件となる。さらに、初期水を確保するための方法、定期的な部品交換や保守作業の際の資機材の搬入対策、余剰水や汚泥を系外に搬出するための輸送手段

等について十分な検討が必要である。特に余剰水や汚泥を系外に搬出するための輸送手段としてはバキューム車使用が条件となるため、施設（装置）の側までの道路が整備されていることが必要である。

7-2　設計、運転・維持管理に関する留意点

＜設計＞

本装置は、平成 16 年度（2004 年度）の実証対象技術である『せせらぎ』の改良技術である。『せせらぎ』が沈殿分離による物理処理と薬剤による臭気除去を目的とした化学処理を合わせた物理化学処理で、洗浄水が常流循環であるのに対し、本装置の技術的特徴は、『せせらぎ』の沈殿分離による物理処理に接触材による生物処理を組み合わせて『せせらぎ』を前処理装置として用い、さらにオゾン処理を組み合わせており、洗浄水を水洗式としたところにある。沈殿分離・接触酸化等の生物処理により、SS や有機汚濁物質を除去し、この処理水をさらにオゾン処理することで、脱色効果や消毒効果が期待できるため、衛生的で清澄な洗浄水として再利用することができる。

本装置の設計処理能力は平常時 200 人回/日、集中時 1,000 人回/日であるが、本実証試験では、1 日当たりの平均利用者数は約 1,100 人/日で集中時の設計処理能力を超える負荷状況であった。本装置は、既存の汲取り式公衆トイレを撤去し、その跡地に設置したため、設置面積が限られ、利用者数に対して十分な装置容量、処理能力を確保できなかった。そのため、本実証試験では、設計処理能力に対し、平均使用人数が平常時の 2 倍、最大使用人数が 8 倍近い負荷がかかっていたため、大腸菌、大腸菌群数が多く、また、処理装置内に有機物が高濃度に残存し、オゾンが有機物の分解に消費され、オゾンの滅菌、殺菌、消毒の効果がなくなり、大腸菌及び大腸菌群が検出されたため、循環水は衛生学的安全性が確保されているとは言い難く、満足のいく水質ではなかった。装置設計に当たっては利用者数の予測や設置面積等十分な事前調査を行い、利用者数に応じた処理能力の装置を設計すべきである。また、設置者は利用者数に応じた処理能力の装置を設置すべきである。

本実証試験装置の処理装置は建屋内に設置されており、装置周辺の空間は専門維持管理や試料の採取等の作業を行うには最低限の広さしか確保されていなかった。また、はしご、手すり、歩廊等はなく、作業中は常に転落の危険が伴った。処理装置を維持管理する作業者の安全確保及び作業性の確保のために、処理装置と建屋の間の空間の確保、及びはしご、手すり、歩廊等を備える必要がある。

本装置における処理の効率化は、受入槽及び前処理槽での固液分離の如何に大きく影響され、その結果が流動接触槽での生物処理、オゾン反応塔でのオゾン処理に大きく影響することが推察される。受入槽及び前処理槽の容量をできるだけ大きくとることや流量調整槽を設置することが循環水の水質向上及び水質の安定につながるものと考えられる。

オゾン装置については、その脱色機能は負荷条件に大きく影響される。本装置の場合、オゾンはオゾン反応塔へ注入され、循環水と反応する。オゾン量は 3 段階に調整でき、オゾン装置の運転時間の調整により、脱色効果を調整している。本実証試験では平常時においても負荷が高く、溶存オゾン、排オゾンは検出されず、十分な脱色効果や消毒効果が確認できなかった。また、オゾン処理が原因と考えられる分離槽、送水槽の著しい発泡は、本装置では上部にふたをして対策を講じているが、抜本的な対策が必要である。さらに、オゾンは腐食性があるため、配管等の部材を腐食し難い SUS 等の材質にすることの配慮が必要である。

処理槽からの排気に関して、排オゾン対策とも係わるが、排オゾンが高濃度になった場合、トラップの必要性、活性炭吸着等排オゾンの処理対策を検討する必要がある。

＜維持管理＞

定期的な専門管理としては、汚水処理の進行状況を判断する水質管理、処理に伴って発生する汚泥の管理、増加水量の管理、及び設備機器の管理がある。

オゾン装置の運転方法について、本実証試験では装置容量に対して利用者数が多く、高負荷であり、オゾン処理の効果は確認できなかったが、使用人数の少ない低負荷時においては、オゾン量が過剰になり、排オゾンとなる可能性があるので、過剰とならないように運転時間を調整すること、及び排オゾンが排出されてもトイレの利用者に影響がない時間帯でオゾン装置を稼動させる等の検討が必要である。

増加水量分の余剰水は、貯留槽に貯留されるが、汚泥（余剰水）の搬出が必要となる単位装置は貯留槽のみならず、受入槽、前処理槽も必要である。引抜き時には、貯留槽、受入槽、前処理槽からスカム、堆積汚泥を引抜き、受入槽、前処理槽には新たに上水等で張水をすることで、固液分離機能も回復し、その結果、循環水の水質が向上するものと考えられる。また、本実証試験のように装置容量に対して利用者数が多く、高負荷である場合は、定期的に装置全体の水の入れ替えを行うことが必要と考えられる。

本装置では、使用済みトイレットペーパーは便槽投入されているが、トイレットペーパーの分別処理を実施することで、固液分離機能に対する負荷が軽減され、循環水の水質向上が期待できる。

本実証試験において、設計処理能力に対し、平均使用人数が平常時の 2 倍、最大使用人数が 8 倍近い負荷がかかっていたため、大腸菌、大腸菌群数が多く、また、処理装置内に有機物が高濃度に残存し、オゾンが有機物の分解に消費され、オゾンの滅菌、殺菌、消毒の効果がなくなり、大腸菌及び大腸菌群が検出されたため、循環水は衛生学的安全性が確保されているとは言い難い。簡易測定による大腸菌、大腸菌群を指標として槽内水の入れ換えを実施する等、維持管理上の措置を講じる必要がある。

本実証装置の消費電力量は、オゾン装置やブロワ等の割合が大きいことが実証された。今後、エネルギー効率を考えて、負荷が低い場合は流動接触槽の間欠ばっ気運転を検討したり、便器の色を洗浄水の着色が目立たない色にし、オゾンの使用量を抑えたりして、電力の消費量を抑える省エネルギーの運転を検討する必要がある。

また、事故や故障の発生時における、日常管理者、設置者、技術管理者、メーカー間の連絡体制を明確にしておくことが必要である。

８．課題と期待

実証試験により、本装置の稼動状況、維持管理性能、室内環境、処理性能、周辺環境への影響を確認したところ、「すでに適用可能な段階にあり、有用な先進的環境技術」であると考えられるが、改善すべき課題もある。

本実証試験において、本装置は、設置面積が限られ利用者数に対して十分な装置容量、処理能力を確保できなかった。そのため、設計処理能力に対し、平均使用人数が平常時の 2 倍、最大使用人数が 8 倍近い負荷がかかっていたため、大腸菌、大腸菌群数が多く、また、処理装置内に有機物が

高濃度に残存し、オゾンが有機物の分解に消費され、オゾンの滅菌、殺菌、消毒の効果がなくなり、大腸菌及び大腸菌群が検出されたため、循環水は衛生学的安全性が確保されているとは言い難く、満足のいく水質ではなかった。設置者は、利用者数の予測や設置面積等十分な事前調査を行い、利用者数に応じた処理能力の装置を設置すべきである。

本装置は、平成 16 年度に実証試験を実施した『せせらぎ』の改良型であり、特に先進的な点では、オゾン処理を組み合わせていることから、循環水の衛生学的安全性を担保することができることである。

ただし、この技術は、電気、水、道路等のインフラが整備されている地域に適している技術である。インフラの整備されていない山岳地域等では本技術を適用することは難しいが、インフラの整備されている山岳、山麓、海岸、離島、河川敷、観光地等では有効である。

また、本実証試験においては、脱色性能とオゾン装置の運転及び排オゾン対策等、装置的な課題と維持管理上の課題が残されている。

本技術は高度な処理技術であり、それを維持していくためには日常的及び専門的な維持管理は不可欠である。また、試験期間の制約から機器類の故障までは確認することができなかったが、実際の運用にあたっては、機器類の故障への対応は必ず必要とされる維持管理作業であり、今後の運用や経年実証試験において確認することが望ましい。

本技術のような先進的環境技術が普及することにより、自然環境の豊かな自然公園等の環境保全に大きく寄与することが期待される。